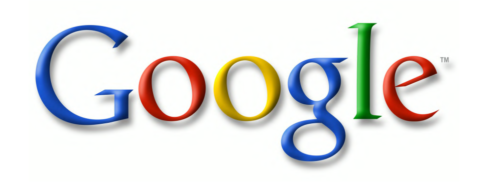



SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS



170

ANNALES

AGRONOMIQUES

PARIS — L. MARETHEUX, IMPRIMEUR, 1, RUE CASSETTE

ANNALES
AGRONOMIQUES

PUBLIÉES SOUS LES AUSPICES

DU

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
(Direction de l'Agriculture)

PAR

M. P.-P. DEHÉRAIN

MEMBRE DE L'INSTITUT
ET DE LA SOCIÉTÉ NATIONALE D'AGRICULTURE
PROFESSEUR DE PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE
ET DE CHIMIE AGRICOLE A L'ÉCOLE DE GRIGNON

TOME VINGT-QUATRIÈME

PARIS
MASSON ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, Boulevard Saint-Germain

1898

ANNALES AGRONOMIQUES

RECHERCHES SUR LA VALEUR ALIMENTAIRE DE LA LUZERNE

PAR

M. A. MUNTZ,
Membre de l'Académie des sciences,

et M. A.-Ch. GIRARD,
Professeur à l'Institut agronomique.

Le foin de prairies naturelles, constitué en majeure partie par des graminées, auxquelles viennent s'ajouter des légumineuses et de nombreuses plantes diverses, constitue la base de l'alimentation des herbivores. La composition du foin et sa valeur alimentaire sont très variables suivant la nature du sol, les conditions climatériques, les circonstances et l'époque de la récolte, etc. C'est ainsi que dans les prairies humides, les graminées sont plus grossières et mélangées de joncs, de laiches et de carex, qui en diminuent la valeur ; c'est ainsi que sur les côteaux secs, les herbes sont plus fines, plus aromatiques et plus nutritives ; c'est ainsi également qu'un foin séché dans de bonnes conditions est supérieur à celui qui a été mouillé et qui a pu perdre, avec une partie de ses éléments nutritifs, son parfum et sa sapidité.

Dans des études précédentes[1], nous avons déterminé la composition des foins de diverses natures et leur utilisation par le cheval ; nous avons montré que l'appréciation la plus certaine de la valeur du foin reposait sur l'emploi de l'analyse chimique.

L'étude de la luzerne était la suite naturelle de nos recherches déja anciennes sur le foin. Cette légumineuse tient en effet dans

1. MUNTZ et GIRARD. — *Annales de l'Institut national agronomique*, t. V.

l'alimentation des animaux domestiques une place importante et qui semble devoir grandir avec les progrès de l'agriculture.

La statistique du ministère de l'agriculture nous apprend, que, en 1895 :

La luzerne est cultivée en France sur une étendue de 802,501 hectares; elle fournit, au total, 35,977,406 quintaux de foin; ce qui représente une production moyenne à l'hectare de 4,483 kilos.

Les prés naturels occupent en France une étendue de 4,391,832 hectares; ils donnent, au total, 173,696,543 quintaux de foin; ce qui représente une production moyenne à l'hectare de 3,955 kilos.

La luzerne, outre sa valeur nutritive élevée, sur laquelle nous allons insister et qui n'est peut-être pas encore assez appréciée par les agriculteurs, a l'avantage de donner un rendement plus fort en moyenne que les prairies, de profiter largement des engrais chimiques et des arrosages. Elle peut occuper le sol pendant une période de plusieurs années, en donnant, dans les meilleures conditions, jusqu'à 5 ou 6 coupes. Dans les terres qui lui sont favorables et avec l'application de fumures phosphatées, on obtient ainsi fréquemment jusqu'à 8 et 10,000 kilos de foin par hectare. Les prairies naturelles les plus productives arrivent difficilement à ce rendement.

Souvent même, dans des terrains secs où les graminées ne donnent que de faibles récoltes, la luzerne, dont les racines pénètrent à de grandes profondeurs, arrive à fournir des récoltes abondantes.

D'un autre côté, la luzerne, qui appartient à la famille de légumineuses, jouit de la propriété de fixer l'azote libre de l'atmosphère et peut se passer des fumures azotées, dont l'achat est onéreux. Aussi, à la fin d'une sole de légumineuses, la terre n'est-elle pas épuisée en principes azotés, comme cela arrive avec la plupart des cultures; elle est au contraire enrichie et capable de porter des céréales ou des plantes sarclées, sans qu'il soit besoin de donner des fumures.

Ces diverses considérations justifient la faveur grandissante de la luzerne auprès des cultivateurs. Mais si ceux-ci s'adonnent de plus en plus à la production de la luzerne, ils trouvent quelquefois de la difficulté à la vendre, car elle n'est pas prisée par tous

les consommateurs à l'égal du foin. On lui reproche parfois d'être échauffante, d'avoir des tiges ligneuses, etc., et, pour la nourriture des chevaux principalement, bien des personnes hésitent encore à généraliser son usage.

Les préjugés contre l'emploi de la luzerne dans l'alimentation du cheval étaient à un moment si puissants, que le cahier des charges pour la fourniture des fourrages destinés à la cavalerie de l'armée n'admettait la substitution de foin des prairies artificielles au foin ordinaire qu'exceptionnellement, et seulement dans le cas où il y avait pénurie des produits des prés naturels.

La Commission d'hygiène vétérinaire de l'armée, comprenant Magendie, Rayer, Payen, Boussingault, etc., se préoccupa de la question et institua en 1845 des expériences dans différents régiments de cavalerie. La conclusion de ces expériences, résumées par Boussingault[1], est entièrement favorable aux foins des légumineuses, dont la substitution au foin de prairies naturelles a eu pour résultat d'améliorer l'état des chevaux.

Malgré ces constatations, le préjugé n'a pas complètement disparu, et, de fait, les officiers de cavalerie préfèrent le plus souvent le foin de graminées.

Dans ces conditions, il n'était pas inutile de reprendre l'étude de cette question, en mettant en œuvre les méthodes plus exactes dont la science dispose aujourd'hui.

Nous examinerons successivement dans ce travail :

1° La composition générale des luzernes ;

2° La digestibilité de la luzerne et de ses parties constituantes, de la luzerne mélangée de graminées, de la luzerne verte et sèche.

Ces données, rapprochées de celles que nous avons déjà publiées sur le foin de prairies naturelles, nous permettront d'établir une comparaison entre la valeur réelle de ces deux denrées fourragères.

I. — COMPOSITION DES LUZERNES

Méthodes d'analyse. — Le plus généralement, on ne fait figurer dans le tableau représentant la composition des substances fourragères que l'eau, les matières minérales, les matières grasses,

1. Boussingault. *Économie rurale*, t. II.

la cellulose brute, les matières azotées totales, enfin les *extractifs non azotés* dosés par différence. Cette manière de faire a été introduite dans la science par les auteurs allemands; les tables usuelles de composition et de digestibilité des aliments ne comprennent que ces six éléments.

Nous ne saurions trop insister sur l'imperfection de cette méthode; l'un de nous[1] a, depuis de longues années, attiré l'attention sur ce point et fait la critique du terme si vague et si peu scientifique d'*extractifs non azotés*, qui range sous le même nom une foule de principes très différents comme composition et comme valeur nutritive.

C'était un grand progrès sur les anciennes méthodes d'analyses, que d'introduire le dosage d'éléments jusqu'ici négligés, tels que les matières sucrées, l'amidon, les corps pectiques et toute la catégorie des autres principes susceptibles de se transformer en glucoses par l'action des acides étendus. A ces matières saccharifiables, différentes du sucre et de l'amidon, le même auteur[1] avait donné le nom de cellulose saccharifiable; cette appellation, reconnue aujourd'hui impropre, apportait cependant une notion nouvelle sur un ensemble de corps abondants dans le végétal.

Mais, même en faisant entrer dans les analyses ces déterminations nouvelles, si on fait le total des matières ainsi directement dosées, on se trouve encore en présence d'un groupe de corps, plus restreint que celui des *extractifs non azotés*, mais encore très important, que l'on confond sous le nom de substances indéterminées; cette appellation n'étant du reste qu'un aveu de notre ignorance.

Dans ces dernières années, de grands efforts ont été faits vers la connaissance plus approfondie des principes immédiats contenus dans les végétaux.

Parmi les matières azotées, les travaux de M. Schulze, de M. Kellner, de M. Stutzer, etc., ont appris à distinguer, d'une façon sommaire, celles qui appartiennent au groupe des albuminoïdes, de celles qui appartiennent au groupe des amides.

Parmi les extractifs non azotés, les travaux de M. Tollens, de MM. Chalmot, Flint, Gunther, etc., en Allemagne, de M. Hébert et de M. Bertrand en France, ceux de MM. Lindsey et Holland, de

1. Müntz. *Annales de l'Institut agronomique*, t. II.

MM. Storn et Jones en Amérique, ont montré la présence d'un groupe de substances désignées sous le nom général de pentosanes ou pentanes. Ces gommes donnant par saccharification un sucre en C^5 (arabinose et xylose), existent en proportion souvent élevée dans les tissus végétaux.

M. Dehérain[1] et M. Hébert[2] ont également attiré l'attention sur la vasculose de M. Frémy.

Des méthodes d'analyse ont permis de doser plus ou moins directement ces nouvelles matières. Mais le champ reste encore largement ouvert aux recherches de cette nature et nous devons admettre qu'il existe, dans les substances végétales, bien des principes immédiats que nous ne savons ni isoler, ni doser.

Loin de méconnaître l'importance de ces recherches récentes, nous nous proposons au contraire d'y revenir plus longuement dans un prochain travail, où nous étudierons spécialement les méthodes propres à accroître l'étendue de nos connaissances sur la composition chimique du végétal.

Mais, pour permettre le rapprochement des résultats des expériences actuelles avec ceux des expériences anciennes, nous n'avons pas cru devoir apporter ici de profondes modifications aux méthodes que nous avions jusqu'ici adoptées et qui sont suffisantes pour les conclusions à tirer au point de vue pratique.

La marche que nous avons suivie pour l'analyse des fourrages et des déjections consiste à faire agir successivement sur la matière desséchée, une série de réactifs :

1° L'éther distillé qui dissout les matières grasses ;

2° L'alcool à 85 degrés qui dissout le sucre, dosé après saccharification ;

3° L'eau bouillante qui dissout une grande quantité de sels et de produits ternaires, sur la composition desquels nous nous proposons de revenir ;

4° L'acide sulfurique, à 2 p. 100 en poids, pendant cinq heures à l'ébullition, qui saccharifie un certain nombre de corps, notamment les pentosanes, et que provisoirement nous appellerons corps saccharifiables[3] ;

1. Dehérain. *Annales agronomiques*, t. XIV.

2. Hébert. *Annales agronomiques*, t. XVI.

3. Dans nos précédents travaux, nous avons dosé les corps saccharifiables sur le produit simplement épuisé par l'éther.

5° Enfin la potasse à 10 p. 100, qui laisse un résidu insoluble qu'on considère comme cellulose brute, déduction faite des cendres.

Sur des échantillons séparés, on détermine l'eau, les matières minérales, les corps pectiques, enfin les matières azotées. La séparation des matières azotées en albuminoïdes et en amides a été effectuée par la méthode à l'hydrate de cuivre de Stutzer qui, quoique laissant place à la critique, est la plus généralement adoptée.

Cette séparation est particulièrement importante dans l'appréciation de la valeur des fourrages, car il faut distinguer l'azote albuminoïde, essentiellement utilisable par l'organisme, de l'azote des amides dont la valeur alimentaire ne paraît pas démontrée.

En rapportant la digestibilité à la matière azotée totale, on commet deux erreurs; d'abord, on affecte du même coefficient 6,25 l'azote de composés très différents, ensuite on considère comme alimentaires les amides, qui ne font probablement que traverser l'organisme.

En additionnant l'eau, les cendres, les matières grasses, les sucres, les corps saccharifiables (dosés après lavage à l'alcool et à l'eau), la cellulose brute, les corps pectiques, les matières azotées totales et en retranchant la somme de 100, on trouve une différence qui représente une série de corps indéterminés, dont l'étude nous occupe actuellement.

Nous faisons encore une fois observer que nous regardons ces méthodes comme très imparfaites; nous les employons pour rendre nos résultats comparables à ceux précédemment obtenus. Mais nous pensons que dans l'analyse des produits végétaux, il faut tenir compte des données nouvelles introduites dans la science et resteindre de plus en plus le taux des substances réunies sous des déterminations vagues, qui témoignent de l'insuffisance de nos méthodes de recherches.

Composition de la luzerne pure. — La luzerne diffère du foin en ce qu'elle est en principe constituée par une espèce botanique unique, alors que le foin des prairies est un mélange d'espèces variées, appartenant surtout à la famille des graminées. Nous verrons que, dans la pratique, la luzerne elle-même se présente aussi à l'état de mélange ; mais nous ne considérerons d'abord que

la luzerne pure et desséchée de manière à conserver toutes ses feuilles. A cet état, l'analyse de divers échantillons nous a donné les résultats suivants :

	I	II	III	IV	V	VI
Eau	14.60	9.30	15.00	15.00	15.00	11.25
Cendres	7.59	7.42	8.00	9.00	8.14	6.63
Matières solubles dans l'éther	1.31	1.41	2.10	2.30	1.26	1.63
— — dans l'alcool	4.06	»	»	»	7.48	6.56
— — dans l'eau	15.67	»	»	»	19.23	11.25
Sucre	Traces.	»	»	»	1.43	0.54
Corps saccharifiables	7.18	»	»	»	9.58	8.35
Cellulose brute	20.75	22.00	23.29	17.00	25.56	25.50
Matières azotées totales	17.15	15.03	12.75	17.00	15.83	12.70
— — albuminoïdes	15.34	»	»	»	9.51	»
Substances indéterminées	31.42	»	»	»	23.18	33.38

La composition de la luzerne pure varie, comme on le voit, dans d'assez larges limites. Ces variations tiennent à la nature du sol où elle a végété, à l'intensité de la végétation et à l'époque où on l'a récoltée. Cette dernière cause est, pensons-nous, importante; une luzerne, coupée au moment de la floraison, possède toute sa richesse alimentaire; coupée après la floraison, quand les graines sont déjà formées, elle a perdu une grande partie de sa richesse en perdant ses feuilles.

Mais de toutes façons, la luzerne se présente toujours avec une richesse élevée en matières azotées et comparable à ce point de vue à la plupart des graines de céréales. Dans les tiges, les feuilles et les graines, on trouve plus d'azote que dans les espèces appartenant à d'autres familles. Est-ce à la faculté d'absorber l'azote libre de l'atmosphère qu'il faut attribuer la richesse en substance azotée de cette légumineuse?

Proportion et composition des tiges et des feuilles. — Il nous a paru intéressant d'étudier la répartition des principes alimentaires dans les différentes parties de la luzerne. On sait, en effet, que ce fourrage est constitué par une tige assez grossière, sur laquelle viennent s'implanter des axes secondaires plus frêles, portant les pétioles et les feuilles.

Nous avons, sur divers échantillons, opéré la séparation de ces diverses parties, puis déterminé la proportion de chaque lot et sa composition propre :

Dans une luzerne d'excellente qualité nous avons trouvé :

Parties grossières, comprenant tiges . . . . 49.20 p. 100.
— fines, comprenant feuilles, axes secondaires et pétioles . . 50.80 —
Ce second lot comprenait 12.72 d'axes secondaires et pétioles.
— — 38.08 de feuilles proprement dites.

Sur un autre échantillon de luzerne pure, on a trouvé :

Tiges. . . . . 47.63 p. 100 de luzerne.
Feuilles, axes secondaires et pétioles . . . . . 52.37 — —

Sur un troisième échantillon, la proportion s'élevait à :

Tiges . . . . 50.63 p. 100.
Feuilles, axes secondaires et pétioles . . . . 49.37 —

Pour les deux premiers échantillons, on a fait l'analyse séparée des différentes parties ; voici les résultats obtenus :

	I			II	
	Tiges.	Parties fines.	Feuilles.	Tiges.	Parties fines.
Pour 100 de luzerne	49.20	50.80	38.08	47.63	52.37
Composition centésimale :					
Eau.	11.25	11.26	12.93	12.00	12.00
Matières minérales.	4.74	8.67	9.22	4.26	12.28
— solubles dans l'éther . .	0.88	1.44	0.78	0.99	2.15
— — dans l'alcool. .	4.93	5.62	5.94	»	»
— — dans l'eau . . .	9.51	19.80	22.36	»	»
Sucre	0.52	Traces.	Traces.	»	»
Corps saccharifiables.	8.68	6.96	6.40	»	»
Cellulose brute.	34.48	15.98	10.41	34.09	11.71
Matières azotées totales.	9.56	20.96	23.16	8.28	20.89
— — albuminoïdes . .	7.50	16.94	»	»	»
Substances indéterminées	29.89	34.73	37.10	»	»

Il ressort de ces chiffres que les parties les moins riches sont les tiges, comme on devait s'y attendre. Ce sont elles qui contiennent le moins de principes azotés et le plus de corps cellulosiques.

Les parties fines contiennent deux fois plus de matières azotées et deux fois moins de cellulose.

Les feuilles entièrement isolées se présentent avec une richesse extrêmement grande en matières albuminoïdes, qui les rend comparables aux graines des légumineuses. Puisque les principes nutritifs par excellence se trouvent concentrés dans les feuilles et dans les parties fines, leur déperdition, même partielle, abaisse

notablement la richesse de la luzerne et on comprend tout l'intérêt qu'il y a à les conserver dans le fourrage. Cela est d'autant plus à considérer que ces parties fragiles entrent environ pour moitié dans les poids du foin et que la déperdition est ainsi susceptible de devenir très grande.

Luzernes commerciales. — Pour avoir une idée exacte de la composition d'une denrée, il faut porter son examen sur un grand nombre d'échantillons. A considérer seulement un nombre restreint de types, on risque de se former une opinion erronée à cause de la variabilité de la composition.

Nous avons eu l'occasion d'examiner pendant plusieurs années les luzernes livrées par le commerce à l'administration de la guerre; soixante-six échantillons de provenances très variées, de qualités très diverses, prélevés dans les quartiers de cavalerie, ont été analysés.

Nous ne donnerons pas la longue série de chiffres obtenus par ces analyses, mais seulement la moyenne et les résultats extrêmes :

	Moyennes.	Minima.	Maxima.
	—	—	—
Eau	14.92	10.60	20.40
Matières minérales	5.86	3.80	8.00
— grasses	1.07	0.50	2.00
— azotées	10.90	7.06	17.00
Extractifs non azotés	39.71	34,00	51.00
Cellulose brute	27.54	18.00	37.00

En n'envisageant que les matières azotées, qu'on peut regarder comme les plus importantes au point de vue alimentaire :

12 p. 100 des échantillons contenaient			plus de 14 p. 100 de matières azotées.		
12	—	—	de 12 à 14	—	—
35	—	—	de 10 à 12	—	—
38	—	—	de 8 à 10	—	—
3	—	—	de 7 à 8	—	—

Quant à la cellulose, à laquelle on doit donner le dernier rang parmi les principes constituants du fourrage, on a trouvé que :

7.5 p. 100 des échantillons contenaient			moins de 20 p. 100 de cellulose.		
33	—	—	de 20 à 25	—	—
39.5	—	—	de 25 à 30	—	—
17	—	—	de 30 à 35	—	—
3	—	—	plus de 35	—	—

On voit donc que dans les luzerne il y a une variabilité de

composition très grande et que les principaux éléments peuvent aller du simple au double.

A quoi tiennent ces variations? Les causes en sont multiples.

Comme toutes les plantes cultivées, la luzerne subit les influences du milieu où elle végète; elle est plus ou moins riche suivant les sols qui la produisent; elle est plus ou moins aqueuse, plus ou moins mûre, etc. Nous avons parlé plus haut de ces diverses causes.

Mais il en est deux sur lesquelles nous devons insister.

Une luzerne est rarement exempte de mélange et exclusivement composée de plants de luzerne. Même lorsqu'une sole de luzerne a été bien établie, il s'y introduit graduellement des graminées, et, à mesure que la luzerne vieillit, la proportion de ces plantes adventices augmente. Au bout d'un certain temps, il arrive même que les luzernières se transforment en véritables prairies naturelles. Elles sont alors usées et on n'a pas en général intérêt à les conserver dans cet état. Pour profiter de la richesse accumulée dans le sol par les débris abondants qu'y laisse la luzerne, on y cultive des céréales ou des plantes sarclées.

Quoi qu'il en soit, dans les exploitations agricoles et plus encore dans le commerce, on trouve des luzernes mélangées de graminées, et le mélange vient abaisser la richesse du fourrage.

Voici un exemple emprunté à nos expériences qui met ce fait en évidence. Dans une luzerne du commerce, qui pouvait passer comme de qualité moyenne, nous avons fait la séparation des graminées et de la luzerne pure et nous avons trouvé que 100 kilos de fourrage ne contenaient en réalité que 62 kil. 2 de luzerne pure, le reste étant formé par des graminées diverses.

L'analyse de cette luzerne, celle des graminées et de la luzerne pure, séparées par un triage, ont donné les résultats suivants :

	Luzerne brute.	Graminées.	Luzerne pure.
Eau	14.40	10.55	11.25
Matières minérales	6.56	8.32	6.65
— grasses	1.58	1.91	1.63
— solubles dans l'alcool	6.51	7.54	6.56
— — dans l'eau	11.97	12.23	11.25
Sucre	0.80	2.30	0.54
Corps saccharifiables	10.82	15.59	8.35
Cellulose brute	22.95	25.34	25.50
Matières azotées totales	10.88	6.30	12.70
— — albuminoïdes	9.17	5.77	10.87
Substances indéterminées	32.01	29.69	33.38

On voit combien la composition de ces graminées diffère de celle de la légumineuse, et, par conséquent, combien son mélange peut influer sur la richesse du fourrage. La luzerne pure dose près de 13 p. 100 de matière azotée; la luzerne mélangée n'arrive pas à 11 p. 100.

L'acheteur de luzerne ne saurait donc attacher trop d'importance à la pureté du fourrage; son examen doit porter non seulement sur la proportion des graminées, mais aussi sur la qualité de ces graminées; bien souvent, en effet, dans une luzerne usée, ces graminées sont presque entièrement formées de bromes, dont la valeur alimentaire est très faible.

Mais ce qui, plus encore peut-être, influe sur la richesse de la luzerne, c'est la conservation des feuilles. On conçoit, d'après ce que nous avons dit plus haut (voir p. 12), combien le départ des parties fines peut abaisser la richesse totale du fourrage.

L'agriculteur qui produit la luzerne, soit en vue de la vendre, soit en vue de la faire consommer par ses animaux, doit donc apporter tous ses soins à éviter la déperdition des parties feuillues, pendant les opérations de fanage, de râtelage, de chargement, de bottelage ou de pressage.

L'acheteur doit, dans ses achats, tenir le plus grand compte de la proportion de tiges; une analyse sommaire, portant sur la séparation et la pesée des parties grossières et des parties fines, suffirait, dans bien des cas, à l'éclairer sur la qualité d'un foin de luzerne, de même que la proportion relative des balles et des amandes peut, suivant nos recherches, établir la qualité des avoines.

II. — DIGESTIBILITÉ DES LUZERNES.

La composition de la luzerne étant ainsi fixée, nous avons à rechercher, suivant un mode opératoire employé dans de précédentes études, quelle est la proportion dans laquelle les divers éléments dosés sont utilisés par l'organisme animal, à établir ce qu'on est convenu d'appeler le *coefficient de digestibilité*, c'est-à-dire la fraction des divers principes alimentaires qui, n'étant pas éliminée dans les déjections solides, entre dans le torrent circulatoire.

Ces méthodes de recherches sont loin de donner des résultats absolus et c'est avec raison qu'on peut les critiquer, si l'on se place

sur le terrain de la science pure. Mais, au point de vue des applications agricoles, elles fournissent des indications utiles par les comparaisons entre les différents fourrages. Les expériences directes sur l'animal sont en quelque sorte le complément indispensable de l'analyse ; car celle-ci est, à elle seule, impuissante à nous fixer sur la valeur nutritive d'une denrée alimentaire. De même aussi l'analyse des matières fertilisantes a besoin d'être corroborée par l'expérience sur le végétal.

Ce sont des études de cette nature qui ont conduit à la substitution des denrées les unes par les autres, à l'introduction dans la ration de denrées qui étaient autrefois négligées; ce sont elles qui ont permis, dans les époques de disette, de trouver des ressources dans des produits autres que ceux ordinairement employés. Si l'application des nouvelles méthodes de rationnement n'est pas encore entrée en vigueur chez la pluralité des cultivateurs, elle l'est, sur une large échelle, dans les grandes Compagnies de transport ; les résultats qu'on y obtient montrent que les études faites sur ces questions n'ont pas été exécutées en pure perte.

1. — Digestibilité de la luzerne pure.

Première expérience. — Digestibilité de la luzerne pure par deux chevaux à rations égales. — Cette luzerne de deuxième coupe, récoltée dans les environs de Paris, avait été séchée dans de bonnes conditions : la couleur était verte, l'odeur excellente ; le fanage n'avait pas enlevé beaucoup de feuilles ; elle était exempte de graminées et pouvait servir de type.

Elle renfermait 49,2 p. 100 de tiges et 50,8 de feuilles et pétioles.

Deux chevaux, le n° 1, cheval percheron entier, âgé de six ans ; le n° 2, cheval percheron hongre, âgé de sept ans, mis obligeamment à notre disposition par M. Lavalard, ont été maintenus en expérience pendant vingt et un jours, après être restés au préalable une dizaine de jours à un régime transitoire conduisant progressivement à la substitution complète de la luzerne. Ils étaient maintenus en stabulation complète.

Chacun des chevaux a reçu une ration de 10 kilos de luzerne par jour, qui a été intégralement consommée.

Pendant les vingt et un jours d'expériences, la quantité totale de luzerne consommée a été de 210 kilos.

	Cheval n° 1.	Cheval n° 2.
	kil.	kil.
Les déjections fraîches pesaient au total . .	404 85	364 06
— sèches — — . .	86 315	83 00

La luzerne et les déjections sèches, échantillonnées chaque jour proportionnellement, avaient la composition centésimale suivante :

	LUZERNE.	DÉJECTIONS	
		Cheval n° 1.	Cheval n° 2.
Eau	14.60	0.00	0.00
Matières minérales.	7.59	10.05	10.20
— grasses	1.31	4.37	4.54
— solubles dans l'alcool	4.06	2.54	3.02
— — dans l'eau	15.67	8.18	8.48
Sucre	traces.	0.00	0.00
Corps saccharifiables.	7.18	7.39	4.95
Cellulose brute.	20.75	38.16	39.17
Matières azotées totales.	17.15	10.77	10.19
— — albuminoïdes	15.34	9.89	9.96
Substances indéterminées.	31.42	29.26	30.94

On peut, à l'aide de ces données, établir les coefficients de digestibilité.

Coefficients de digestibilité [1].

	Matières solubles dans l'alcool.	Matières solubles dans l'eau.	Corps sacchari-fiables.	Cellulose brute.	Matières azotées totales.	Matières azotées albuminoïdes.	Substances indé-terminées.
CHEVAL N° 1							
	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.
Dans 210 kilos luzerne consommée	8 526	32 907	15 078	43 575	36 015	32 214	65 982
Dans 86 kil. 315 de déjections sèches	2 192	7 060	6 378	32 937	9 296	8.536	25 256
Digéré.	6 334	25 847	8 700	10 638	26 719	23 678	40 726
Digéré p. 100 d'ingéré	74.3	78.5	57.7	24.4	74.2	73.5	61.7
CHEVAL N° 2							
Dans 210 kilos, luzerne consommée	8 526	32 907	15 078	43 575	36 015	32 214	65 982
Dans 83 kilos de déjections sèches	2 506	7 038	4 108	32 511	8 457	8 267	25 680
Digéré.	6 020	25 869	10 970	11 064	27 558	23 947	40 302
Digéré p. 100 d'ingéré	70.6	78.6	72.7	25.4	76.5	74.3	61.1

1. Dans ces études, nous passerons sous silence la digestibilité des éléments

Les chevaux étaient pesés régulièrement tous les trois jours à la même heure :

	N° 1.	N° 2.
	—	—
Poids du cheval au début.	560	552
— — à la fin.	542	558
Moyenne des pesées.	551	562

Quoique recevant la même ration, on voit que ces chevaux ne se sont pas comportés de la même façon, puisque l'un d'eux a maigri sensiblement, tandis que l'autre engraissait. Nous avons là un de ces faits d'individualité sur lesquels nous avons déjà souvent appelé l'attention.

Ces différences trouvent leur explication dans l'aptitude différente à utiliser les éléments du fourrage.

Nous voyons en effet que le cheval n° 1 n'a pas digéré en aussi grande proportion les divers principes nutritifs que le cheval n° 2; la ration a donc été insuffisante pour lui, alors qu'elle est plus que suffisante pour le n° 2.

Deuxième expérience. — Digestibilité de la luzerne pure par deux chevaux à ration inégale. — Cette considération nous a porté à faire avec les deux mêmes chevaux une autre expérience, dans laquelle le cheval qui utilisait le moins bien les fourrages recevait une ration notablement plus forte que la précédente, tandis que celui qui utilisait le mieux sa ration a vu la sienne diminuer notablement.

Cette nouvelle expérience avait un double but : d'abord d'étudier l'utilisation du fourrage dans ces conditions différentes et ensuite de rechercher si la quotité de la ration modifiait les coefficients de digestibilité. On pourrait, en effet, penser que le cheval digérant peu, digérerait moins encore en recevant une plus forte ration, et que celui qui digérait le mieux serait encore plus porté à utiliser la ration, si celle-ci lui était donnée plus parcimonieusement.

Les deux chevaux de la précédente expérience ont été mis progressivement, le n° 1 à la ration de 12 kil. 500 de luzerne de même provenance; le n° 2, à la ration de 8 kil. 500.

L'expérience a duré vingt et un jours.

minéraux et des matières solubles de l'éther; nous avons plusieurs fois eu l'occasion d'expliquer que les chiffres relatifs à ces deux principes n'avaient pas grande signification.

	Cheval n° 1.	Cheval n° 2.
	kil. gr.	kil. gr.
La quantité de luzerne consommée a été de. . .	262 500	178 500
— de déjections fraîches a été de. . . .	501 825	304 100
— — sèches a été de	103 600	67 025

La luzerne et les déjections, échantillonnées chaque jour, avaient la composition centésimale suivante :

	LUZERNE.	DÉJECTIONS Cheval n° 1.	DÉJECTIONS Cheval n° 2.
Eau	15.00	0.00	0.00
Matières minérales.	7.48	10.26	11.00
— grasses	1.39	3.96	4.79
— solubles dans l'alcool	4.66	2.74	2.89
— — dans l'eau	15.33	8.37	8.80
Sucre	traces.	0.00	0.00
Corps saccharifiables.	7.76	6.45	7.98
Cellulose brute.	22.31	38.81	37.46
Matières azotées totales.	15.93	10.96	10.43
— — albuminoïdes	13.21	9.96	9.28
Substances indéterminées.	30.13	29.56	28.34

Coefficient de digestibilité.

	Matières solubles dans l'alcool.	Matières solubles dans l'eau.	Corps sacchari-fiables.	Cellulose brute.	Matières azotées totales.	Matières azotées albuminoïdes.	Substances indé-terminées.
CHEVAL N° 1							
	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.
Dans 262 kil. 500 de luzerne consommée	12 332	40 241	20 370	58 564	41 816	34 676	79 091
Dans 103 kil. 6 de déjections fraiches	2 839	8 671	6 682	40 207	11 355	10 318	30 624
Digéré	9 393	31 570	13 688	18 357	30 461	24 358	48 467
Digéré p. 100 d'ingéré.	**76.7**	**78.4**	**68.1**	**31.3**	**72 8**	**70.2**	**61.3**
CHEVAL N° 2							
Dans 178 kil. 5 de luzerne consommée	8 318	27 364	13 852	39 823	28 435	23 579	53 782
Dans 67 kil. 025 de déjections sèches	1 937	5 898	5 348	25 107	6 990	6 219	18 995
Digéré.	6 381	21 466	8 504	14 716	21 445	17 360	34 787
Digéré p. 100 d'ingéré.	**76.7**	**78.4**	**61.4**	**36.9**	**75.3**	**73.6**	**64.7**

En comparant ces résultats entre eux, on voit, comme dans l'expérience précédente, que le cheval n° 2 a en général une tendance à mieux assimiler les éléments du fourrage. Aussi, malgré la diminution de la ration, son poids n'a-t-il pas varié, tandis que celui du cheval n° 1, qui a reçu un surcroît de ration, n'a augmenté que dans une petite mesure :

	N° 1.	N° 2.
	kil.	kil.
Poids du cheval au début	557	549
— — à la fin	567	552
Moyenne des pesées	561	550

Les coefficients de digestibilité ont été sensiblement les mêmes pour chacun des chevaux dans le cas de rations plus ou moins abondantes.

On ne peut donc pas compter que, nourrissant moins abondamment un cheval, il utilisera à un plus haut degré les matériaux de sa ration.

Ces résultats confirment ceux obtenus par Wolff à Hohenheim ; dans les expériences de ce savant, le taux p. 100 de digestibilité du fourrage est resté presque entièrement uniforme, que l'on donnât 500 grammes, 1 kil. ou 1 kil. 3 de trèfle sec par mouton, sans addition d'autres fourrages.

Les expériences de Wolff portaient sur le bœuf et le mouton, comme animaux, et sur le foin et le trèfle sec, comme fourrages ; elles se trouvent confirmées pour le cheval et pour la luzerne.

2. — Digestibilité des parties constituantes de la luzerne.

Nous avons vu plus haut que le foin de luzerne ne doit pas être considéré comme une matière homogène ; il se divise nettement en deux parties de poids sensiblement égal et qui ont une tendance à se séparer l'une de l'autre :

La tige creuse, mais assez consistante et peu cassante, et les parties fines, qui sont constituées par les feuilles, les pétioles et les axes secondaires fragiles ; ces derniers se brisent facilement ; ils se détachent par suite de la tige, dans les opérations pour lesquelles interviennent le rateau et la fourche, tant dans le fanage, le ramassage et le transport, que dans la manutention et la distribution au grenier et à l'écurie.

Il nous a paru intéressant, après avoir déterminé la composi-

tion de ces deux parties séparées, d'en étudier la valeur alimentaire et de rechercher si les matériaux contenus dans les tiges sont aussi digestibles que ceux renfermés dans les parties fines ou feuillues.

Dans ce but, nous nous sommes pourvus d'un approvisionnement de luzerne de bonne qualité et récoltée dans de bonnes conditions, dont nous avions au préalable étudié la composition et la digestibilité. Sur cette luzerne, on a exagéré les manœuvres qui provoquent la séparation en deux parties, en soumettant le fourrage au battage et en remuant à la fourche de façon à isoler aussi complètement que possible les tiges des parties fines ; c'est une opération analogue à une sorte de tamisage que nous avons ainsi effectuée.

Le cheval n° 2, dont nous connaissions les aptitudes digestives vis-à-vis de la luzerne, a été soumis successivement à l'alimentation exclusive par les tiges de luzerne et ensuite par les parties feuillues de cette même luzerne.

Mais la richesse en principes alimentaires étant notablement plus grande dans ces dernières, la ration n'a pas été la même dans les deux cas.

1° *Digestibilité des tiges.* — Le cheval n° 2, sortant des expériences à la luzerne, à la dose de 10 kilos et de 8 kil. 500, a été mis, en ménageant la transition, à la ration de tiges, séparées de la luzerne qu'il était habitué à consommer. Ces tiges renfermaient encore 12 p. 100 de feuilles et de pétioles, il y avait donc 88 p. 100 de tiges nues.

Il n'a fait du reste aucune difficulté pour accepter cette nourriture, qu'il consommait intégralement.

L'expérience a duré 20 jours ; l'animal a consommé, à raison de 12 kilos par jour, 240 kilos de fourrage et fourni 552 kil. 900 de déjections fraîches correspondant à 102 kil. de déjections sèches.

La composition des tiges et des déjections était la suivante :

	Tiges de luzerne.	Déjections sèches.
Eau	13.40	0.00
Matières minérales	5.98	8.31
— grasses	1.33	2.32
— solubles dans l'alcool	4.61	1.91
— — dans l'eau	12.97	6.64
Sucre	traces.	0.00

	Tiges de luzerne.	Déjections sèches.
	—	—
Corps saccharifiables	7.22	9.32
Cellulose brute	32.91	46.23
Matières azotées totales.	12.73	8.20
— — albuminoïdes.	9.88	7.72
Substances indéterminées	26.43	25.62

Coefficients de digestibilité.

	Matières solubles dans l'alcool.	Matières solubles dans l'eau.	Corps sacchari-fiables.	Cellulose brute.	Matières azotées totales.	Matières azotées albuminoïdes.	Substances indé-terminées.
	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.
Dans 240 kilos de fourrage consommé.	11 064	31 128	17 328	78 984	30 552	23 712	63 432
Dans 102 kilos de déjections sèches.	1 948	6 773	9 506	47 154	8 364	7 874	26 132
Digéré.	9 116	24 355	7 822	31 830	22 188	15.838	37 300
Digéré p. 100 d'ingéré	**82.4**	**78.2**	**45.2**	**40.3**	**72.6**	**66.8**	**58.8**

Le cheval pesait au début.	569	kilos.
— à la fin.	575	—
La moyenne des pesées a été de . .	569	—

2° *Digestibilité des feuilles.* — Après quelques jours de repos, le même cheval reçoit progressivement une ration composée uniquement par des feuilles séparées par le battage. Ces feuilles, pas plus que les tiges de la précédente expérience, n'étaient absolument pures; elles étaient encore mélangées de 7 p. 100 de débris de tiges.

La ration jugée suffisante, vu la richesse du fourrage, était de 8 kilos, distribués de manière que les parties légères ne puissent être perdues par le cheval. L'animal n'a, du reste, fait aucune difficulté pour consommer sa ration, si différente de celle aux tiges qu'il venait de quitter. Cependant, il est resté dans l'auge quelques déchets, qui étaient mis de côté pour être pesés, échantillonnés et analysés.

L'expérience a duré vingt et un jours.

L'animal a consommé 168 kilos de luzerne, desquels il faut déduire 9 kil. 6 de déchets.

Il a rendu 208 kil. de déjections fraîches correspondant à 48 kil. 115 de déjections sèches.

Voici la composition centésimale de ces divers produits :

	Luzerne Feuilles.	Luzerne Déchets	Déjections
Eau	12.00	23.50	0.00
Matières minérales	10.05	10.95	13.49
— solubles dans l'éther	1.74	1.36	9.35
— — dans l'alcool	4.03	2.28	2.73
— — dans l'eau	21.56	16.19	11.15
Sucre	Traces	Traces	0.00
Corps saccharifiables	6.77	5.02	5.48
Cellulose brute	13.34	10.13	21.31
Matières azotées totales	21.61	20.50	17.49
— — albuminoïdes	19.75	17.93	15.93
Substances indéterminées	34.49	28.54	32.98

Coefficients de digestibilité.

	Matières solubles dans l'alcool.	Matières solubles dans l'eau.	Corps saccharifiables.	Cellulose brute.	Matières azotées totales.	Matières azotées albuminoïdes.	Substances indéterminées.
	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.
Dans 168 kilos de fourrage distribué	6 770	36 220	11 374	22 411	36 304	33 180	57 943
Dans 9 kil. 6 de déchets	0 219	1 554	0 482	0 972	1 968	1 721	2 740
Ingéré	6 551	34 666	10 892	21 439	34 336	31 459	55 203
Dans 48 kil. 115 de déjections sèches	1 314	5 365	2 637	10 255	8 417	7 665	15 868
Digéré	5 237	29 301	8 255	11 184	25 919	23 794	39 335
Digéré p. 100 d'ingéré	79.9	84.5	75.8	52.1	75.5	75 6	71.2

Le poids du cheval au début était de	548	kilos.
— à la fin. —	532	—
Moyenne des pesées	538	—

Nous concluons de ces résultats que les parties fines de la luzerne, celles qui se perdent en si grande abondance lorsqu'on opère avec peu de soin, sont non seulement beaucoup plus riches en matières nutritives que les parties grossières, mais

encore que ces matières nutritives ont à un plus haut degré l'aptitude à être assimilées par les animaux. On ne peut donc attacher trop d'importance à la conservation, dans la luzerne, des feuilles et des parties fines. Dans les approvisionnements qu'on demandera au producteur ou au commerce, on devra tenir grand compte de la proportion des parties fines et regarder comme de qualité inférieure les foins de luzernes, dans lesquels les tiges dominent. Avec un peu d'habitude, il est facile de remarquer, au premier coup d'œil, ce qu'il en est. Pour plus de certitude, on peut séparer rapidement à la main, en froissant et en secouant, les parties fines d'un poids connu de luzerne et peser ensuite les tiges restantes.

De bonnes luzernes ne doivent pas contenir beaucoup plus de la moitié de leur poids de tiges grossières.

3. — Digestibilité de la luzerne mélangée de graminées.

Après avoir examiné, au point de vue de la digestibilité, la luzerne exempte de mélanges, nous devions étudier celle qu'on produit le plus usuellement et qui contient, en proportion sensible, diverses espèces de graminées.

Nous avons opéré sur une luzerne du commerce contenant 68 p. 100 de luzerne pure et 32 p. 100 de graminées, nous avons donné plus haut la composition comparée de ces deux lots (Voir p. 14).

1°. *Digestibilité par deux chevaux à rations égales.* — Les deux chevaux, ayant servi aux précédentes expériences, ont reçu, après régime transitoire, chacun 10 kilos de fourrage par jour. L'expérience effective a duré vingt et un jours ; la quantité totale de luzerne consommée a été de 210 kilos par cheval.

	Cheval n° 1.	Cheval n° 2.
	kil. gr.	kil. gr.
Les déjections fraîches pesaient au total . .	414.675	357.500
— sèches — — . .	80.437	72.809

La luzerne consommée et les déjections, échantillonnées chaque jour, avaient la composition centésimale suivante :

	LUZERNE	DÉJECTIONS Cheval nº 1.	DÉJECTIONS Cheval nº 2
Eau	14.40	0.00	0.00
Matières minérales	6.56	10.34	12.08
— grasses	1.58	3.28	3.23
— solubles dans l'alcool	6.51	2.12	2.59
— dans l'eau	11.97	7.33	8.64
Sucre	0.80	0.00	0.00
Corps saccharifiables	10.82	10.15	9.46
Cellulose brute	22.95	35.93	35.75
Matières azotées totales	10.88	9.27	10.28
— — albuminoïdes	9.17	8.16	9.03
Substances indéterminées	32.01	31.03	29.20

On peut, à l'aide de ces données, établir les coefficients de digestibilité.

Coefficients de digestibilité.

	Matières solubles dans l'alcool.	Matières solubles dans l'eau.	Sucre.	Corps saccharifiables.	Cellulose brute.	Matières azotées totales.	Matières azotées albuminoïdes.	Substances indéterminées.
CHEVAL Nº 1								
	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.
Dans 210 kilos de luzerne consommée	13 671	25 137	1 680	22 722	48 195	22 848	19 257	67 221
Dans 80 kil. 437 de déjections sèches	1 705	5 896	0 000	8 164	28 901	7 456	6 564	24 960
Digéré	11 966	19 241	1 680	14 558	19 294	15 392	12 693	42 261
Digéré p. 100 d'ingéré	87.6	76.5	100	64.1	40.0	67.40	65.9	62.9
CHEVAL Nº 2								
Dans 210 kilos de luzerne consommée	13 671	25 137	1 680	22 722	48 195	22 848	19 257	67 221
Dans 73 kil. 809 de déjections sèches	1 916	6 377	0 000	6 982	26 387	7 587	6 665	21 552
Digéré	11.755	18 760	1 680	15 740	21 808	15 261	12 592	45 669
Digéré p. 100 d'ingéré	86.0	74.6	100	69.3	45.3	66.8	65.4	67.9

	Cheval nº 1.	Cheval nº 2.
	kil.	kil.
Le poids du cheval au début était de	556	557
— à la fin	531	572
Moyenne des pesées	550	565

Nous voyons encore le cheval n° 1 baisser sensiblement de poids, alors que le cheval n° 2 augmente, au contraire, sous l'influence du même régime.

Le cheval n° 2 a mieux utilisé les principes ternaires, la cellulose et autres hydrates de carbone et en général l'ensemble des substances extractives.

Ces mêmes considérations nous ont porté à répéter l'expérience faite déjà avec la luzerne pure, en augmentant la ration du cheval qui maigrissait, et en diminuant celle du cheval qui engraissait.

2° *Digestibilité par deux chevaux à rations inégales.* — Les deux chevaux ont donc été mis progressivement, le n° 1 à la ration de 12 kil. 500 de luzerne de même provenance, le n° 2 à la ration de 8 kil. 500; l'expérience a duré vingt-deux jours :

	Cheval n° 1. — kil.	Cheval n° 2. — kil.
La quantité de luzerne consommée a été de.	275.000	187.000
— de déjections fraîches — .	594.200	327.650
— — sèches — .	111.887	69.564

La luzerne et les déjections avaient la composition centésimale suivante :

	LUZERNE —	DÉJECTIONS SÈCHES Cheval n° 1. —	 Cheval n° 2. —
Eau	15.20	0.00	0.00
Matières minérales	6.99	11.43	13.77
— grasses	1.58	2.92	3.18
— solubles dans l'alcool	6.13	2.13	2.57
— — dans l'eau	11.93	7.89	8.31
Sucre	0.76	0.00	0.00
Corps saccharifiables	8.48	9.89	9.41
Cellulose brute	22.08	36.72	36.32
Matières azotées totales	11.26	9.65	9.13
— — albuminoïdes	9.16	9.65	8.97
Substances indéterminées	33.65	29.39	28.19

Dans ces nouvelles conditions, le cheval n°1 n'a que légèrement augmenté de poids, malgré l'augmentation de la ration ; le cheval n° 2 s'est maintenu à son poids, malgré la diminution de la ration. Ce dernier a donc une aptitude digestive plus grande, ce qui ressort de l'examen des coefficients de digestibilité. On doit

admettre qu'un cheval présentant ce caractère d'individualité est d'un emploi plus avantageux que celui qui tire un moindre parti de la ration qui lui est donnée.

Coefficients de digestibilité.

	Matières solubles dans l'alcool.	Matières solubles dans l'eau.	Sucre.	Corps sacchari-fiables.	Cellulose brute.	Matières azotées totales.	Matières azotées albuminoïdes.	Substances indé-terminées.
CHEVAL N° 1								
	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.
Dans 275 kilos de luzerne consommée . .	16 857	32 807	2 090	23 320	60 720	30 965	25 190	92 537
Dans 111 kil. 887 de déjections sèches . . .	2 383	8 827	0 000	11 066	41 085	10 797	10 797	32 883
Digéré.	14 474	23 980	2 090	12 254	19 635	20 168	14 393	59 654
Digéré p. 100 d'ingéré .	85.9	73.1	100	52.5	32.3	65.1	57.1	64.5
CHEVAL N° 2								
Dans 187 kilos de luzerne consommée . .	11 473	22 319	1 431	15 868	41 299	21 066	17 139	62 935
Dans 69 kil. 564 de déjections sèches . . .	1 788	5 781	0 000	6 546	25 265	6 351	6 239	19 610
Digéré.	9 685	16 538	1 431	9 322	16 034	14 715	10 900	43.325
Digéré p. 100 d'ingéré .	84.4	74.1	100	58.7	38.8	69.8	63.5	68.8

	N° 1	N° 2
	kil.	kil.
Le poids du cheval au début était de. .	558	568
— à la fin.	567	571 5
Moyenne des pesées.	562	570 5

Là encore se vérifie ce fait que la quotité de la ration n'influe pas sur la digestibilité des éléments.

Nous constatons que la luzerne demandée au commerce présente ses principes alimentaires sous une forme sensiblement moins utilisable que la luzerne pure et récoltée soigneusement. Cela doit être attribué à deux causes : la première réside

dans la présence en forte proportion, c'est-à-dire plus du tiers, de graminées de qualité inférieure; la seconde tient à la disparition partielle des parties fines de la luzerne, c'est-à-dire des feuilles et des pétioles, qui sont plus riches et plus digestibles.

4. — Digestibilité comparée de la luzerne verte et de la luzerne sèche.

La luzerne n'est pas seulement consommée à l'état de foin; souvent aussi on la donne verte, au moment où elle est coupée. Sous cette dernière forme, tous les animaux de la ferme l'acceptent avec plaisir; mais on sait qu'il faut l'administrer avec certaines précautions, sur lesquelles nous n'avons pas à nous étendre ici.

Nous avons pensé qu'il était intéressant de comparer la luzerne verte au foin de luzerne, tant au point de vue de la composition qu'à celui de la valeur alimentaire, déterminée par l'aptitude à être digérée.

Les praticiens sont presque tous portés à penser que la dessiccation diminue la digestibilité du fourrage et ils considèrent comme plus avantageux de faire consommer les fourrages verts. Mais, à vrai dire, on ne peut rien tirer de décisif de leurs observations, parce que les comparaisons qu'on a pu faire portaient sur des produits non comparables, le fourrage sec n'étant pas de même origine que le fourrage vert.

En s'entourant des précautions nécessaires pour se mettre à l'abri de cette objection, Boussingault[1] avait expérimenté, sur une vache laitière, les deux modes d'alimentation au vert et au sec, en se contentant de peser l'animal soumis alternativement aux deux régimes.

Tout en faisant des réserves sur la durée de ses expériences, Boussingault conclut qu'un poids donné de fourrage sec ne nourrit pas moins le bétail que la quantité équivalente de fourrage vert.

C'était là une expérience pour ainsi dire qualitative. Nous avons cherché à résoudre cette question, intéressante à la fois au point de vue pratique et théorique, d'une façon plus précise, en mettant

1. Boussingault, *Economie rurale*, t. II.

en consommation deux lots de fourrages, coupés à la même époque, dans le même champ, l'un étant donné à l'état vert, l'autre après dessiccation.

Nous avons réalisé ce programme à la ferme de Claye, où M. Lavalard a mis à notre disposition les ressources de l'exploitation et de la cavalerie de la Compagnie des omnibus.

1° *Digestibilité de la luzerne verte.* — Dans une luzernière de deux ans, de bonne qualité, c'est-à-dire exempte de graminées (première coupe), on fauchait chaque matin la luzerne fraîche ; on pesait et on échantillonnait la ration de la journée.

Deux chevaux, — différents de ceux des précédentes expériences, — le n° 1, percheron âgé de neuf ans, le n° 2 percheron âgé de sept ans, reçoivent, après un régime transitoire, une ration uniforme de 40 kilos de luzerne verte.

L'expérience effective a duré vingt jours. La quantité de luzerne consommée a été de 800 kilos.

	Cheval n° 1. — kil.	Cheval n° 2. — kil.
Les déjections fraîches totales pesaient . .	380.050	338.100
— sèches — — . .	69.247	64.689

La luzerne et les déjections, échantillonnées chaque jour, avaient la composition centésimale suivante :

	LUZERNE	DÉJECTIONS SÈCHES	
		Cheval n° 1. —	Cheval n° 2. —
Eau.	75.30	0.00	0.00
Matières minérales	2.38	10.44	10.51
— grasses	0.45	3.82	3.76
— solubles dans l'alcool. . .	2.02	2.54	2.46
— — dans l'eau. . . .	5.00	4.47	4.49
Sucre.	0.44	0.00	0.00
Corps saccharifiables	2.28	9.89	9.48
Cellulose brute	6.28	39.15	40.64
Matières azotées totales.	4.18	11.99	9.72
— — albuminoïdes . .	3.11	9.91	8.00
Substances indéterminées.	8.69	24.71	25.89

On peut, à l'aide de ces chiffres, établir les coefficients de digestibilité.

Coefficients de digestibilité.

	Matières solubles dans l'alcool.	Matières solubles dans l'eau.	Sucre.	Corps saccharifiables.	Cellulose brute.	Matières azotées totales.	Matières azotées albuminoïdes.	Substances indéterminées.
CHEVAL N° 1								
	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.
Dans 800 kilos de luzerne consommée . .	16 160	40 000	3 520	18 240	50 240	33 440	24 880	69 520
Dans 69 kil. 247 de déjections sèches. . . .	1 759	3 095	0 000	6 848	27 110	8 303	6 862	17 110
Digéré.	14 401	36 905	3 520	11 392	23 130	25 137	18 018	52 410
Digéré p. 100 d'ingéré .	89.1	92.2	100	62.5	46.0	75.2	72.4	75.4
CHEVAL N° 2								
Dans 800 kilos de luzerne consommée . .	16 160	40 000	3 520	18 240	50 240	33 440	24 880	69 520
Dans 64 kil. 689 de déjections sèches . . .	1 591	2 904	0 000	6 132	26 290	6 288	5 175	16 748
Digéré.	14 569	37 096	3 520	12 108	23 950	27 152	19 705	52 772
Digéré p. 100 d'ingéré .	90.2	92.7	100	66.4	47.6	81.2	79.2	75.9

	N° 1.	N° 2.
	kil.	kil.
Le poids du cheval était au début.	582	555
— — à la fin	600	667
Moyenne des pesées.	587	562

Avec cette ration, les chevaux avaient donc des tendances à l'augmentation de poids.

2° *Digestibilité de la luzerne sèche.* — Dans le champ même où l'on coupait la luzerne verte de l'expérience précédente, et pendant la durée de l'expérience, on a fauché un carré; le fanage a été fait avec soin; le foin a été rentré sous un hangar et a servi à l'expérience suivante. On avait ainsi deux fourrages exactement comparables, l'un consommé à l'état vert, l'autre à l'état sec, permettant d'apprécier l'influence qu'exerce la dessiccation sur le degré de digestibilité.

Les deux mêmes chevaux reçoivent une ration transitoire de

luzerne sèche et de luzerne verte, de manière à passer progressivement du régime vert au régime sec, composé de 10 kil. 500 de fourrage.

L'expérience a duré vingt et un jours; la quantité de luzerne consommée a été de 220 kil. 500 en totalité.

	Cheval n° 1.	Cheval n° 2.
	kil. gr.	kil. gr.
Les déjections fraîches pesaient	347.950	270.500
— sèches —	71.010	65.236

La luzerne et les déjections avaient la composition centésimale suivante :

	LUZERNE	DÉJECTIONS SÈCHES	
		Cheval n° 1.	Cheval n° 2.
Eau.	15.00	0.00	0.00
Matières minérales	8.14	10.10	8.87
— grasses	1.26	3.66	3.68
— solubles dans l'alcool. . .	7.48	2.54	2.43
— — dans l'eau. . . .	19.23	6.54	6.34
Sucre.	1.43	0.00	0.00
Corps saccharifiables	9.58	9.37	9.11
Cellulose brute	25.58	30.38	39.73
Matières azotées totales.	15.83	13.27	10.54
— — albuminoïdes. . .	9.51	10.67	6.73
Substances indéterminées	23.18	33.22	28.07

Comparons, en les ramenant par le calcul, à l'état sec, la luzerne verte de la première expérience et la luzerne fanée de la deuxième :

	Luzerne verte.	Luzerne fanée.
Matières minérales.	9.52	9.57
— grasses	1.80	1.48
— solubles dans l'alcool. . .	8.08	8.79
— — dans l'eau	20.00	22.61
Sucre	1.76	1.68
Corps saccharifiables.	9.72	11.27
Cellulose brute.	25.12	30.00
Matières azotées totales	16.72	18.61
— — albuminoïdes . . .	12.44	11.18
Substances indéterminées	35.96	27.39

On voit que les deux fourrages sont aussi comparables que possible ; leur composition est presque identique. La dessiccation et le fanage avaient été, du reste, conduits avec le plus grand soin ; ainsi la luzerne fanée contenait 50.6 p. 100 de tiges et

49.4 p. 100 de feuilles, tandis que la luzerne verte contenait 47.6 p. 100 de tiges et 52.0 p. 100 de feuilles.

Les pertes de feuilles avaient été très faibles.

Dans la ration à la luzerne verte et la ration à la luzerne fanée, 40 kilos de la première contiennent 9 kil. 880 de matière sèche, 10 kil. 500 de la deuxième contiennent 8 kil. 925 de matière sèche.

La seconde ration était donc un peu moins élevée que la première, qui, du reste, nous l'avons vu par la pesée des chevaux, était plutôt trop forte.

En résumé, les deux expériences ayant pour but de comparer la luzerne sèche et la luzerne fraîche se sont poursuivies dans de bonnes conditions.

Voici les coefficients de digestibilité établis d'après les données qui précèdent :

Coefficients de digestibilité.

	Matières solubles dans l'alcool.	Matières solubles dans l'eau.	Sucre.	Corps saccharifiables.	Cellulose brute.	Matières azotées totales.	Matières azotées albuminoïdes.	Substances indéterminées.
CHEVAL N° 1								
	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.
Dans 220 kil. 5 de luzerne consommée . .	16 493	42 402	3 153	21 124	56 404	34 905	20 969	51 112
Dans 71 kil. 010 de déjections sèches . . .	1 804	4 644	0 000	6 654	21 573	9 423	7 577	23 589
Digéré.	14 689	37 758	3 153	14 470	34 831	25 482	13 392	27 523
Digéré p. 100 d'ingéré .	89.1	89.0	100	68.5	61.7	73.0	63.9	53 85
CHEVAL N° 2								
Dans 220 kilos de luzerne consommée . .	16 493	42 402	3 153	21 124	56 404	34 905	20 969	51 112
Dans 65 kil. 236 de déjections sèches. . . .	1 585	4 136	0 000	5 943	25 918	6 876	4 390	18 312
Digéré.	14 908	38 266	3 153	15 181	30 486	28 029	16 579	32 800
Digéré p. 100 d'ingéré .	90.4	90.2	100	71.9	54.1	80.2	79.0	64.2

L'impression générale qui se dégage de la comparaison de ces résultats, c'est que la luzerne verte n'est pas sensiblement plus digestible que la luzerne sèche, c'est-à-dire que le fanage bien

pratiqué n'a pas modifié d'une manière appréciable la constitution des principes alimentaires, au point de vue de leur aptitude à être digérés. Les matières azotées sont utilisées presque aussi complètement dans un cas que dans l'autre.

Pour certains principes cependant, ou plutôt pour certaines catégories de substances, nous trouvons quelques différences frappantes. Ainsi nous voyons que les corps cellulosiques, ainsi que ceux que nous pouvons rattacher aux pentanes et qui comptent parmi les substances les moins facilement utilisables par l'organisme, sont digérés en plus forte proportion dans le fourrage sec que dans le fourrage vert, contrairement à ce que l'on pouvait penser.

A quoi doit-on attribuer cette anomalie? C'est, à notre avis, à ce fait que les chevaux ingurgitent plus rapidement et aussi plus gloutonnement la luzerne verte que la luzerne sèche, que par suite ils la mastiquent moins parfaitement et en avalent des morceaux moins divisés. Aussi dans les déjections des chevaux nourris à la luzerne fraîche trouve-t-on des débris plus grossiers du fourrage consommé.

Ce fait peut encore tenir à ce que le régime au vert, dans lequel les déjections des animaux sont plus aqueuses, les matières traversent plus rapidement le tube digestif.

Quant au groupe de matières qui ne se dosent que par différence sous le nom de substances indéterminées et qui sont principalement constituées par des corps pectiques, gommeux et par des sels à acides organiques, elles ont été bien mieux utilisées dans la luzerne verte que dans la luzerne sèche.

Il est probable qu'elles se trouvaient dans la première à un degré d'agrégation moindre et ont pu subir plus facilement l'action des sucs digestifs.

Mais, malgré ces différences, on peut dire que le fanage de la luzerne ne modifie pas sensiblement sa valeur alimentaire.

C'est à une conclusion de même nature que Henneberg est arrivé en opérant sur le mouton avec la luzerne.

Nos expériences semblent donc confirmer la théorie de l'égalité de digestibilité des fourrages à l'état vert et à l'état sec.

Nous avons noté les quantités d'eau ingérées par les chevaux soit directement, soit avec le fourrage; voici les chiffres obtenus :

I. — *Régime vert.*

	Cheval n° 1.	Cheval n° 2
	kil. gr.	kil. gr.
Eau bue directement en 20 jours	285 »	453 »
— absorbée avec le fourrage	602 »	602 »
— totale absorbée	887 »	1.055 »
Soit par jour	44.300	52.250

II. — *Régime sec.*

	Cheval n° 1.	Cheval n° 2
Eau bue directement en 21 jours	810 »	792 »
— absorbée avec le fourrage	33 »	33 »
— totale absorbée	843 »	825 »
Soit par jour	40.100	39.300

Les quantités d'eau absorbées pendant le régime vert sont donc sensiblement plus élevées que ce qu'elles étaient avec la ration au fourrage sec; ce fait doit avoir une certaine influence sur la manière dont les aliments sont utilisés.

III. — COMPARAISON ENTRE LE FOIN DE LUZERNE ET LE FOIN DE PRAIRIES NATURELLES

I. — *Comparaison au point de vue de la composition.* — Nous avons établi dans une longue série d'analyses, dont nous avons donné plus haut le résumé, la composition moyenne des luzernes, telles que l'agriculture les livre à la consommation.

Continuant notre recherche, qui est de comparer la valeur du foin de prairies naturelles avec celui de luzernes, nous allons établir la composition des foins et, pour cela, nous nous servirons des résultats obtenus pour l'examen de cent vingt-cinq échantillons de foins, de provenances très diverses, prélevés pendant plusieurs années dans les quartiers de cavalerie de l'armée. Nous donnons seulement la moyenne et les résultats extrêmes :

	Moyennes.	Maxima.	Minima.
Eau	14.06	20.46	9.20
Matières minérales	6.25	8.25	4.90
— grasses	1.44	2.29	0.85
— azotées	6.93	9.89	5.03
Extractifs non azotés	47.37	52.50	38.33
Cellulose brute	23.93	30.35	18.90

En ne considérant que les matières azotées, qu'on peut considérer comme les plus importantes, on a trouvé que :

					Matières azotées.
4	p. 100 des échantillons	contenaient	plus de.	9	p. 100
4.8	—	—	de. . .	8 à 9	—
32	—	—	de. . .	7 à 8	—
51.2	—	—	de. . .	6 à 7	—
8	—	—	de. . .	5 à 6	—

Pour la cellulose, nous arrivons aux constatations suivantes :

				Cellulose.	
9.5	p. 100 des échantillons	contenaient	de . . .	19 à 21	p. 100
65.5	—	—	de . . .	21 à 25	—
22.4	—	—	de . . .	25 à 29	—
2.6	—	—	plus de .	29	—

On observe pour le foin, comme pour la luzerne, de très grands écarts de composition, moindres cependant pour le premier; 88 p. 100 des échantillons se rapprochent de la moyenne pour la matière azotée et 88 p. 100 pour la cellulose; tandis que, pour la luzerne, les oscillations sont beaucoup plus grandes et les échantillons extrêmes plus nombreux.

C'est que dans le foin, les causes faisant varier la composition sont moins importantes et, particulièrement, nous n'avons, qu'à un faible degré, cette perte de parties fines qui influe si considérablement sur la richesse des luzernes.

La composition du foin est modifiée par les conditions générales de sol, de fumure, de maturité, etc., que nous avons exposées à propos de la luzerne. Mais c'est surtout la composition botanique de l'herbe qui est à prendre en considération; l'abondance des légumineuses est une cause d'enrichissement du foin. Celui-ci peut ainsi se rapprocher des luzernes et, par contre, les luzernes peuvent se rapprocher des foins quand les graminées les envahissent.

Nous mettons en regard les chiffres représentant la moyenne de composition des foins et des luzernes, résultant de nos analyses :

	Foin de luzerne.	Foin de graminées.
Eau.	14.92	14.06
Matières minérales.	5.86	6.25
— grasses.	1.07	1.44
— azotées.	10.90	6.95
Extractifs non azotés	39.71	47.37
Cellulose brute.	27.54	23.93

Les foins de luzerne ont sur les foins de prairies naturelles une supériorité très marquée en ce qui concerne la teneur en matières azotées, l'élément qui est le plus à prendre en considération. En ne considérant que les matières azotées, le foin de luzerne peut se comparer à de l'avoine qui n'en contient pas un taux plus élevé; mais il diffère de l'avoine et des grains en général par l'absence presque complète des matières amylacées et des matières grasses qui jouent un rôle si important dans la nutrition.

Par contre, le foin est moins ligneux que la luzerne; les tiges fines de graminées étant moins riches en cellulose que les tiges grossières de la légumineuse; mais la différence n'est pas grande. Elle est plus sensible en ce qui concerne les matières ternaires, plus abondantes dans le foin.

Si l'on attribue aux matières extractives le prix 0 fr. 06 le kilo et aux matières azotées celui de 0 fr. 30 le kilo, on arrive à une évaluation comparative de la valeur des fourrages :

100 kilos de luzerne vaudraient.	5 fr. 65
— — foin —	4 fr. 95

A ne considérer que la composition chimique, le foin de luzerne aurait donc une valeur sensiblement supérieure à celle du foin de prairies naturelles.

Or, si l'on consulte les cours des marchés, on constate que les luzernes ne sont pas cotées plus haut que les foins; bien au contraire, c'est un fait connu, que, dans beaucoup de régions de la France, les foins de luzerne sont pour le producteur d'une vente moins facile et qu'ils sont moins appréciés par l'ensemble des acheteurs.

2° *Comparaison au point de vue de la digestibilité.* — Mais on ne peut se baser uniquement sur l'analyse chimique pour établir la valeur relative des fourrages; il ne suffit pas, en effet, qu'un aliment soit riche en tel ou tel principe, il faut encore que ce principe se présente sous une forme assimilable. En un mot, la digestibilité des fourrages, c'est-à-dire leur aptitude à jouer un rôle dans le fonctionnement de la machine animale, est un facteur de premier ordre dans une comparaison de cette nature.

Les études que nous venons de rapporter nous permettent d'établir les coefficients de digestibilité moyens des principes constitutifs de la luzerne. Cette moyenne résulte d'un assez

grand nombre de déterminations pour qu'on puisse lui attribuer une réelle valeur.

De même pour les foins, reprenant les travaux que nous avons publiés antérieurement, nous pouvons déduire de neuf expériences une moyenne de digestibilité.

Voici les résultats auxquels on arrive :

Coefficients moyens de digestibilité.

	Matières azotées totales.	Matières ternaires extractives.	Cellulose. brute.
	—	—	—
Luzerne	72.00	66.2	39.1
Foin	69.20	72.5	70.4

Le rapprochement de ces chiffres nous conduit donc à ces conclusions :

La matière azotée est un peu plus digestible dans la luzerne que dans le foin.

L'ensemble des matières ternaires se présente au contraire avec une digestibilité sensiblement plus grande dans le foin que dans la luzerne.

La cellulose est beaucoup plus digestible dans le foin que dans la luzerne.

3° *Conclusions.* — Tenant compte à la fois de la composition moyenne des foins et des luzernes et de la digestibilité moyenne des principes constitutifs, on peut, en quelques chiffres, condenser pour ainsi dire les résultats de nos nombreuses expériences :

	MATIÈRES AZOTÉES		MATIÈRES TERNAIRES EXTRACTIVES		MATIÈRES TERNAIRES CELLULOSIQUES	
	totales.	digestibles.	totales.	digestibles.	totales.	digestibles.
	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.
100 kil. de luzerne contiennent. . . .	10 900	7 850	39 710	26 290	27 540	10 770
100 kil. de foin contiennent..	6 950	4 810	47 370	34 340	23 930	16 840
Différence en faveur de la luzerne.. .	3 950	3 040	»	»	3 610	»
— — — du foin. . . .	»	»	7 660	8 050	»	6 070

Dans 100 kilos de luzerne nous trouvons donc 3 kilos de

matières azotées digestibles de plus que dans 100 kilos de foin, et dans 100 kilos de foin 14 kilos de matériaux hydrocarbonés digestibles de plus que dans la luzerne.

Si nous cherchons à établir la valeur argent de ces différences et si nous admettons que la matière azotée a une valeur cinq fois plus grande que celle des matières ternaires, nous voyons que l'équilibre s'établit sensiblement. Contrairement à ce qu'on pouvait conclure, en n'examinant les fourrages qu'au point de vue de leur composition, le consommateur a raison de ne pas vouloir payer plus cher la luzerne que le foin. Ici encore la pratique a décidé plus judicieusement qu'un examen scientifique superficiel.

Les questions de cette nature ne peuvent donc se trancher que par une étude plus approfondie, comme celle que nous venons de faire; les résultats obtenus montrent qu'on aurait tort de rejeter les moyens d'investigation, imparfaits il est vrai, mais qui permettent cependant une plus juste appréciation des choses.

Le foin se présente, en résumé, comme un aliment plus riche en principes respiratoires, la luzerne comme un aliment plus riche en principes plastiques; le premier fourrage conviendrait peut-être mieux à la production de la force et le second à l'engraissement.

Enfin, poursuivant cette comparaison, examinons ce que produit en principes alimentaires bruts et digestibles 1 hectare de prairies naturelles et 1 hectare de luzerne, en prenant comme rendements moyens les chiffres fournis pour l'ensemble de la France, par la statistique de 1895 :

PRODUITS PAR HECTARE	MATIÈRES AZOTÉES		MATIÈRES TERNAIRES EXTRACTIVES		MATIÈRES TERNAIRES CELLULOSIQUES	
	totales.	digestibles.	totales.	digestibles.	totales.	digestibles.
	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
4.483 kil. de luzerne contiennent. . .	489	352	1 780	1 178	1 233	483
3.955 kil. de foin contiennent	275	190	1 873	1 358	946	666
Différence en faveur de la luzerne. .	214	162	»	»	287	»
— — — du foin. . . .	»	»	93	180	»	183

Ces résultats montrent que la culture de la luzerne procure au cultivateur 162 kilos de matières azotées digestibles de plus par hectare que ne le fait la prairie naturelle. Si cette dernière fournit en quantité sensiblement supérieure des matières ternaire digestibles, il existe cependant une supériorité réelle pour la luzerne.

Il faut considérer, en outre, que la prairie artificielle apporte à l'exploitation 78 kilos d'azote, qu'on peut regarder comme principalement empruntés à l'atmosphère et qui viennent enrichir le fumier, tandis que la prairie naturelle n'en rapporte que 44 kilos et, par suite ne contribue pas dans une même proportion à l'amélioration du domaine.

CULTURE DE LA POMME DE TERRE

AU CHAMP D'EXPÉRIENCES DE GRIGNON EN 1896 ET 1897

PAR

M. J. CROCHETELLE,

Répétiteur de chimie à l'Ecole de Grignon.

Les études que nous exposons dans ce mémoire forment pour ainsi dire la suite de celles qui ont été poursuivies de l'année 1891 à l'année 1895, au champ d'expériences de Grignon et qui ont été publiées dans ce recueil[1].

Nous avions constaté, les années précédentes, l'influence du fumier et des nitrates sur les rendements en tubercules, en insistant sur ce fait, déjà mis en lumière par MM. Berthaut et Boiret[2] que, dans notre sol, le fumier de ferme produisait des résultats variables avec les saisons, tandis que le nitrate de soude fournissait souvent des augmentations notables dans la quantité de tubercules récoltés, mais par contre, abaissait la teneur en fécule des pommes de terre.

Il importait donc au plus haut degré de répéter, sur cette culture, toutes les tentatives qu'avait déjà effectuées notre savant maître M. Dehérain pour stimuler et développer avec énergie, au moment propice, la transformation de l'azote organique en nitrates.

1. *Ann. agr.*, t. XXI, p. 17.
2. *Ann. agr.*, t. XVII, p. 481.

C'est cette pensée qui a dicté entièrement la disposition des expériences en 1896. Nous avons recherché si l'addition au sol, d'une petite quantité de terre en pleine nitrification, produirait la transformation désirée et si, comme nous l'espérions, on pourrait, grâce à ce moyen compter sur les nitrates formés dans le sol aussi bien que sur ceux que l'on apporte comme fumure complémentaire.

Nous n'insisterons pas sur la façon dont on a disposé les expériences, on la trouvera dans tous ses détails publiée dans le compte rendu de la culture de la betterave au champ d'expériences de Grignon, que publiera très prochainement M. Dehérain, et nous pourrons étendre à la culture de la pomme de terre, toutes les conclusions qu'il a tirées de ses essais sur la betterave.

CULTURES DE 1896

L'année 1896 a été favorable à la culture de la pomme de terre. Les plants n'ont pas été gelés, tous les travaux ont été exécutés dans les meilleures conditions possibles, les tubercules ont bien mûri, mais il a fallu prévenir les maladies cryptogamiques par des applications répétées de bouillie bordelaise.

Nous n'avons opéré que sur deux variétés de pomme de terre. Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau n° 1.

Influence de la variété. — Les rendements fournis par la Richter's Imperator dépassent de beaucoup ceux que donne la Géante Bleue; la moyenne obtenue par les 6 parcelles de chacune de ces variétés est de 28,800 kilos pour la Géante Bleue et de 37,266 kil. à l'hectare pour la Richter.

Il faut toutefois faire remarquer que parmi les 6 parcelles cultivées en Géante Bleue se trouve celle qui n'a pas reçu d'engrais depuis 1875, mais néanmoins les résultats fournis par la Richter sont incontestablement meilleurs.

Teneur en fécule. — La Richter a maintenu également son avantage au point de vue de la richesse en fécule, et la quantité de ce produit récolté par hectare dépasse d'une façon très notable pour cette variété les chiffres obtenus avec la Géante Bleue.

Influence du fumier de ferme. — Nous ne pouvons guère tirer de conclusions directes sur l'influence qu'exerce le fumier de ferme sur les récoltes de 1896, aussi aurions-nous passé ce cha-

TABLEAU I. — Culture de la pomme de terre en 1896.

NUMÉROS des parcelles.	CULTURES ET ENGRAIS EN 1895	ENGRAIS EN 1896	VARIÉTÉS	RENDEMENTS en tubercules à l'hectare.	RÉSULTATS ÉCONOMIQUES		
					VALEUR de la récolte à 40f. la tonne.	DÉPENSES d'engrais.	BÉNÉFICE net à l'hectare[1].
				kil.	fr.	fr.	fr.
17	Blé sans engrais.	20,000 kil. fumier de ferme.	Géante bleue.	31.600	1.264	200	764
18	Blé, 100 kil. nitrate	20,000 kil. fumier, 200 kil. nitrate .	— —	31.100	1.244	240	704
19	Blé, fourchages	20,000 kil. fumier, terre nitrifiante .	— —	28.300	1.132	200	622
20	Blé, 100 kil. nitrate	20,000 kil. fumier, 200 kil. nitrate .	— —	31.600	1.264	240	724
21	Blé sans engrais.	Sans engrais.	— —	20.200	808	»	508
22	Blé fourchages.	20,000 kil. fumier, terre nitrifiante.	— —	30.000	1.200	200	700
23	Blé sans engrais.	20,000 kil. fumier	Richter's Imperator .	35.200	1.408	200	908
24	Blé, 100 kil. nitrate	20,000 kil. fumier, 200 kil. nitrate. .	— —	38.000	1.520	240	980
25	Blé, fourchages.	20,000 kil. fumier, terre nitrifiante.	— —	32.600	1.304	200	804
26	Blé, 10,000 kil. fumier	20,000 kil. fumier	— —	41.000	1.640	200	1.140
27	Blé, 100 kil. nitrate	20,000 kil. fumier, 200 kil. nitrate .	— —	40.000	1.600	240	1.060
28	Blé, 2,200 kil. engrais organique.	20,000 kil. fumier, terre nitrifiante .	— —	36.800	1.472	200	972

1. Les frais généraux sont estimés à 300 fr. l'hectare.

pitre sous silence si nous ne désirions pas appeler l'attention sur les effets remarquables de l'arrière-fumure constatés sur la parcelle n° 26. On voit en examinant la deuxième colonne de notre tableau que le blé qui a précédé toutes nos cultures de pommes de terre n'avait reçu que des nitrates, sauf dans un cas, celui de la parcelle n° 26, qui a bénéficié d'un apport de 10.000 kilos de fumier par hectare. En comparant le rendement obtenu à celui de la parcelle n° 23 qui a reçu la même fumure qu'elle en 1896, on constate un excédent de récolte de 5,800 kilos de tubercules par hectare, excédent produit sans doute par l'arrière-fumure.

Pour la variété Géante bleue, l'apport de nitrate de soude a produit des résultats nuls dans un cas, celui de la parcelle n° 20, et déprimants pour la parcelle n° 18; la terre nitrifiante n'a pas agi comme nous le supposions, et son emploi sur la parcelle n° 19 correspond à une diminution de rendement.

Pour la variété Richter's, les choses se sont passées un peu autrement : les parcelles n°s 24 et 27 ayant reçu 200 kilos, ont produit une quantité de tubercules supérieure en poids à celle que l'on a obtenue sur la parcelle n° 23 sans nitrates. Quant à la terre nitrifiante, elle a donné dans un cas un résultat favorable et nul dans un autre. Encore devons-nous ajouter que la parcelle n° 28, qui a donné un excédent, avait reçu l'année précédente de l'engrais organique à base de tourbe dont l'action lente a pu se prolonger un peu jusqu'en 1896. En résumé, les résultats obtenus ne font que confirmer une fois de plus nos observations précédentes sans apporter de fait nouveau bien précis.

La culture de la pomme de terre, principalement celle de la Richter's, a été très rémunératrice en 1896, d'autant plus que nous avons imputé à cette culture seule la dépense de fumier, bien que ce dernier ne soit pas utilisé entièrement la première année de son emploi, mais profite plus ou moins aux cultures ultérieures.

Culture de la pomme de terre en 1897.

Conditions météorologiques. — L'année 1897 n'a pas été aussi favorable que la précédente. Malgré les fumures excessives de 50,000 kilos de fumier à l'hectare, la culture de la pomme de terre n'a pas été aussi rémunératrice qu'en 1896. Quelques pousses de pommes de terre ont été gelées légèrement dans la nuit du 5 au 6 mai, sans occasionner de dégâts sérieux.

But des expériences. — Les essais de 1897 ont été effectués pour mettre en comparaison, avec les deux variétés cultivées en 1896, des variétés nouvelles dont les plants provenaient des cultures de M. A. de Doerr, au château de Smilkau, en Bohême, qui en avait envoyé de petits lots à M. Dehérain, au printemps de 1896. Ces tubercules furent plantés et produisirent les semenceaux employés en 1897. Ces nouvelles variétés portent les noms suivants : *Professeur Maercker*, *Docteur von Lucius*, *Président von Juncker*, *Dolkowsky Faczala*, *Dolkowsky Prawdzic*, *Schneeflock*, soit six variétés qui n'avaient pas été cultivées encore au champ d'expériences; nous les décrirons sommairement :

Professeur Maercker. — Tubercules arrondis, jaunes, rugueux, chair blanche, bon aspect marchand. Poids moyen d'un tubercule : 160 grammes.

Docteur von Lucius. — Couleur jaune clair, ses yeux profonds la distinguent de la précédente; sa forme est irrégulière, le plus souvent arrondie, sa surface est lisse, sa chair blanc jaunâtre, Bon aspect marchand. Poids moyen d'un tubercule : 114 grammes.

Président von Juncker. — Pomme de terre rouge violacé clair lisse, sans forme régulière, chair jaune clair. Poids moyen d'un tubercule : 117 grammes.

Dolkowsky Faczala. — Variété grisâtre sur fond rouge, tubercules allongés de forme irrégulière à peau rugueuse, chair jaunâtre, mauvais aspect pour la vente. Poids moyen d'un tubercule : 105 grammes.

Dolkowsky Prawdzic. — Pomme de terre rouge violacé clair, tubercules ovales peu allongés, peau rugueuse, ressemble un peu au Chancelier de l'Empire, mais est moins dense que ce dernier, chair jaune clair. Poids moyen d'un tubercule : 125 grammes.

Disposition des essais. — Les expériences ont été effectuées dans les conditions suivantes : les pommes de terre ont été plantées sur une même bande de parcelles ayant toutes porté une culture de blé en 1896. Chaque parcelle a reçu 50,000 kilos de fumier de ferme à l'hectare, sauf la parcelle n° 53 toujours restée sans engrais. Deux applications de bouillie Michel Perret furent effectuées pour empêcher le développement des maladies cryptogamiques qui apparurent surtout avec vigueur sur la parcelle n° 53. A la maturation, les tubercules furent récoltés à la façon ordinaire et pesés. Les rendements sont enregistrés dans le tableau n° II.

TABLEAU II. — Culture de la pomme de terre en 1897.

NUMÉROS des parcelles.	CULTURES ET ENGRAIS EN 1896	ENGRAIS EN 1897	VARIÉTÉS	RENDEMENTS en tubercules à l'hectare.	RÉSULTATS ÉCONOMIQUES		
					VALEUR de la récolte à 40f. la tonne.	DÉPENSES en engrais.	BÉNÉFICE net à l'hectare[1].
				kil.	fr.	fr.	fr.
49	Blé, 100 kil. nitrate	50,000 kil. fumier	Richter's Imperator .	25.300	1.012	500	212
50	Blé, 100 kil. nitrate	— —	— —	26.300	1.052	500	252
51	Blé, 100 kil. nitrate	— —	Géante Bleue.	24.100	964	500	164
52	Blé, 100 kil. nitrate	— —	— —	25.000	1.000	500	200
53	Blé sans engrais.	Sans engrais	— —	10.800	432	500	132
54	Blé, 100 kil. nitrate	50,000 kil. fumier	Professeur Maercker.	34.600	1.384	500	584
58	Blé, 100 kil. nitrate	— —	— —	34.100	1.364	500	564
55	Blé sans engrais.	— —	Docteur von Lucius .	31.300	1.252	500	452
61	Blé, 100 kil. nitrate	— —	— —	30.600	1.224	500	424
56	Blé, 100 kil. nitrate	— —	Président Juncker. .	26.500	1.060	500	260
57	Blé, 100 kil. nitrate	— —	Faczala Dolkowsky .	27.700	1.108	500	308
59	Blé, terre nitrifiante.	— —	Dolkowsky Prawdzic.	26.700	1.068	500	268
60	Blé sans engrais.	— —	Schneeflock	24.200	968	500	168

1. Les frais généraux sont estimés à 300 fr. l'hectare.

Influence de la variété. — En examinant le tableau n° II qui donne les rendements en tubercules par parcelles en 1897 nous sommes frappés de voir que les nouvelles variétés cultivées au champ d'expériences nous ont donné des résultats incontestablement supérieurs à ceux qui nous ont été fournis par la Richter et la Géante Bleue. Il y a par exemple des écarts considérables entre les rendements de Professeur Maercker, de Docteur von Lucius et ceux de nos deux anciennes variétés.

Est-ce à dire que nous devions remplacer la Richter Imperator par le Professeur Maercker dans nos cultures? Cette décision serait un peu prématurée si nous nous rappelons ce qu'on observe depuis fort longtemps et particulièrement à Grignon. Presque toujours les essais de nouvelles variétés produisent de fort bons résultats dans les premières années d'expérience, puis insensiblement les récoltes diminuent sans que nous ayons encore pu en trouver la raison. La dégénérescence doit-elle être attribuée à l'influence du sol et du climat ou plutôt au mode de sélection des semences? Nous ne saurions encore répondre d'une façon catégorique, mais si nous nous reportons aux résultats fournis par la Richter's Imperator, la Géante Bleue, l'Institut de Beauvais, nous les voyons faiblir constamment, sauf en 1896, et nous avons même écarté de nos cultures la dernière variété, comme ne produisant plus au champ d'expériences que de médiocres résultats.

Dans une autre partie du domaine de Grignon, au contraire, la variété Institut de Beauvais, sélectionnée d'une autre façon, s'est maintenue à son niveau et donne encore à MM. Berthaut et Claudel de bons rendements dans leur champ d'essais. Il aurait donc fallu, pour obtenir une comparaison rigoureuse, employer comme plants des tubercules de Richter's Imperator provenant de cultures spéciales et convenablement sélectionnés en vue de leur reproduction. Nous pensons du reste effectuer cette année des essais dirigés dans cette voie.

Cette observation faite, nous passerons à l'examen des résultats obtenus. En effectuant les moyennes dans les cas où une même variété a été cultivée sur plusieurs parcelles, nous pouvons classer les variétés de la façon suivante, au point de vue du rendement en tubercules.

TABLEAU III.— Rendement moyen en tubercules à l'hectare.

	kil.
Professeur Maercker.	34.250
Docteur von Lucius	30.950
Faczala Dolkowsky	27.700
Dolkowsky Prawdzic.	26.700
Président Juncker.	26.500
Richter's Imperator	25.800
Géante Bleue [1]	24.550
Schneeflock	24.200

Les deux variétés Professeur Maercker et Docteur von Lucius ont donné des récoltes dépassant 30,000 kilos à l'hectare, tandis que la Richter's n'arrive plus qu'au sixième rang avec une moyenne de 25,800 kilos.

Pour nous rendre compte de la valeur de ces différentes variétés nous avons procédé à l'analyse d'un échantillon moyen de la récolte en recherchant la densité des tubercules obtenus, leur teneur en fécule, en matière sèche et en azote, par les procédés utilisés couramment.

TABLEAU IV. — Composition moyenne des tubercules récoltés en 1897.

VARIÉTÉS	DENSITÉ des tubercules.	FÉCULE pour 100.	MATIÈRE sèche pour 100.	AZOTE POUR 100 de matière sèche.	AZOTE POUR 100 de matière normale.
Richter's Imperator . .	1.103	18.8	24.1	1.33	0.320
Géante Bleue	1.091	16.2	21.8	1.58	0.344
Professeur Maercker . .	1.113	20.9	27.7	1.21	0.335
Docteur von Lucius . .	1.122	23.0	28.3	1.24	0.351
Président Juncker . . .	1.115	21.4	26.5	1.01	0.267
Faczala Dolkowsky . .	1.103	18.8	26.0	1.50	0.390
Dolkowsky Prawdzic. .	1.123	23.1	29.3	1.24	0.363
Schneeflock	1.107	19.7	24.5	1.47	0.360

Teneur en fécule. — Si nous envisageons la pomme de terre comme destinée à servir de matière première à la féculerie, nous pouvons dresser le tableau suivant qui indique la quantité moyenne de fécule, produite à l'hectare par les différentes variétés.

1. Parcelle restée toujours sans engrais non comprise.

TABLEAU V. — Rendement moyen en fécule à l'hectare.

	kil.
Professeur Maercker.	7.179 1
Docteur von Lucius	7.118 5
Dolkowsky Prawdzic	6.167 7
Président Juncker.	5.671 0
Faczala Dolkowsky.	5.207 6
Richter's Imperator	4.850 4
Schneeflock.	4.767 4
Géante Bleue	3.977 1

Les deux variétés Professeur Maercker et Docteur von Lucius, arrivent encore en tête de la liste et présentent de grandes différences avec les suivantes ; la Richter's Imperator garde le sixième rang, c'est la Géante Bleue qui vient en dernier lieu. Il est donc certain que les deux premières variétés sont très recommandables pour la féculerie et le développement de leur culture en France, est à conseiller ; depuis plusieurs années, au reste, on cultive beaucoup la première. Quant à la deuxième, son emploi s'est encore peu répandu jusqu'ici. On a cultivé assez souvent le Schneeflock ou Flocon de Neige qui ne donne pas, dans nos conditions du moins, des résultats aussi avantageux que le Professeur Maercker et le Docteur von Lucius.

Pommes de terres fourragères. — Au point de vue de l'alimentation du bétail, les variétés de pommes de terre sont d'autant plus recommandables que les quantités de matière sèche et de matières azotées qu'elles produisent à l'hectare sont plus considérables. Les deux tableaux suivants rendent compte des chiffres obtenus pour les huit variétés cultivées en 1897.

TABLEAU VI. — Rendement en matière sèche à l'hectare.

	kil.
Professeur Maercker.	9.514 9
Docteur von Lucius	8.758 8
Dolkowsky Prawdzic	7.823 1
Faczala Dolkowsky	7.202 0
Président Juncker.	7.022 5
Richter's Imperator	6.217 8
Schneeflock.	5.929 0
Géante Bleue	5.351 9

TABLEAU VII. — Rendement en matière azotée à l'hectare.

	kil.
Professeur Maercker.	719 9
Docteur von Lucius.	678 9

Faczala Dolkowsky	675 2
Dolkowsky Prawdzic	605 6
Schneeflock	544 5
Géante Bleue	527 8
Richter's Imperator	516 0
Président Juncker	442 7

Pour la matière sèche et la matière azotée produites à l'hectare, les deux premières variétés l'emportent de beaucoup sur les suivantes et dans notre champ d'expérience, le Professeur Maercker se place au tout premier rang parmi les variétés recommandables aux différents points de vue. Le Docteur von Lucius est un peu inférieur sous tous les rapports, quant aux autres variétés étrangères, nous ne pensons pas que l'on puisse les comparer pratiquement à la Richter's Imperator qui restera malgré les chiffres faibles de cette année une excellente variété à propager.

Au point de vue comestible, M. de Doerr, nous laissait entrevoir que le Professeur Maercker et le Docteur von Lucius, pouvaient être employés pour l'alimentation de l'homme, nous avons procédé à des essais culinaires en présence de plusieurs personnes qui ont trouvé comme nous que, sous ce rapport, ces deux variétés comme la plupart des autres ne sont pas de premier choix. Ce fait ne nous étonne d'ailleurs pas outre mesure, car telle variété peut avoir des qualités remarquables pour la cuisson, lorsqu'elle est cultivée dans un sol et devenir mauvaise dans un autre.

En résumé, parmi les huit variétés cultivées en 1897, trois surtout sont susceptibles d'être conservées ce sont : le Professeur Maercker, le Docteur von Lucius et la Richter's Imperator.

Nous ne terminerons pas ce mémoire sans remercier d'abord notre savant maître M. Dehérain, pour les bons conseils qu'il nous a prodigués pendant ces essais, et M. de Doerr qui a bien voulu nous fournir pour mener à bien cette étude, non seulement les semenceaux, mais encore les renseignements dont nous avons eu besoin.

Le Gérant : G. Masson.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

CULTURE DES BETTERAVES

AU CHAMP D'EXPÉRIENCES DE GRIGNON

Pendant les années 1895, 1896 et 1897

PAR

M. P.-P. DEHÉRAIN

Membre de l'Académie des sciences.

Année 1895.

A bien des reprises différentes, j'ai insisté dans ce recueil sur la mauvaise qualité des betteraves fourragères obtenues par la culture en lignes écartées. J'ai fait voir qu'elles sont très pauvres en matière sèche et que non seulement, elles renferment très peu de matières nutritives, mais qu'en outre, l'énorme masse d'eau, contenue dans leurs cellules distendues, tient en dissolution une forte proportion de salpêtre.

Les efforts que j'ai faits pour déterminer les praticiens à changer de méthode commencent à porter leurs fruits et, peu à peu, on rapproche les lignes de betteraves fourragères, on les serre davantage dans la ligne, et on augmente ainsi leur valeur nutritive; elles contiennent plus de matière sèche et moins de salpêtre que les racines monstrueuses qu'on récoltait naguère.

Aussitôt que le premier point a été acquis : il faut cultiver les betteraves fourragères en lignes serrées; on a été conduit à se demander si les variétés habituellement semées devaient être conservées, ou s'il ne serait pas plus avantageux de les remplacer par d'autres espèces. En effet, les betteraves fourragères avaient été choisies à cause des grandes dimensions qu'elles peuvent acquérir; or, si on renonce à les faire croître dans les conditions où elles atteignent tout leur développement, il semble que la principale raison, qui avait conduit les praticiens à les employer, disparaît, et que peut-être, il conviendrait de leur substituer quelques-unes des variétés employées dans les sucreries, avant que la loi de 1884 eût forcé les cultivateurs à porter toute leur attention vers la richesse en sucre des racines destinées aux usines.

J'avais cultivé il y a une quinzaine d'années, la variété dite à *Collet rose*, et j'ai voulu savoir si on en obtiendrait plus de matière sèche à l'hectare, plus de principes utilisables par les animaux,

qu'en continuant à semer quelques-unes des variétés fourragères habituellement employées.

Nous avions déjà aborbé cette question en 1894 [1] et nous l'avons reprise les années suivantes. En 1895, nous avons semé sur sept parcelles la *Globe* à petites feuilles qui nous avait déjà paru se placer nettement en tête des variétés fourragères; sur six : la betterave à collet rose.

Nous voulions comparer entre elles ces deux variétés, déterminer leur rendement à l'hectare : en matière sèche, en sucre, en matières azotées, et enfin tenir compte du salpêtre enlevé. Malheureusement, un malentendu a fait reculer d'une quinzaine le semis des *Collets roses,* il y a eu beaucoup de manque dans quelques-unes des parcelles, de telle sorte que la comparaison ne présente aucune rigueur et qu'après un long examen, nous ne pensons pas qu'il y ait intérêt à calculer les rendements à l'hectare : ils ont été trop influencés par plusieurs circonstances secondaires pour qu'on puisse les employer utilement.

En revanche, les analyses ont été exécutées régulièrement et nous pouvons mettre en comparaison la composition des deux variétés cultivées, aux faibles écartements. Les lignes étaient espacées de 35 centimètres et dans la ligne les racines maintenues à 25 centimètres.

	Globes à petites feuilles.	Betteraves à collets roses.
Poids moyen d'une racine	630.00	661.00
Matière sèche p. 100	17.5	17 5
Sucre dans 100 de betteraves	11.8	12.4
Matières azotées p. 100 de betteraves	1.36	1.31
Azotate de potasse p. 100 de betteraves	0.265	0.201

Cette comparaison établie sur la réunion en une moyenne de six dosages effectués sur les Collets roses et de sept sur les Globes, montre que le mode de culture suivi a eu pour effet de masquer presque complètement la nature de la graine.

Les Collets roses sont même un peu plus lourds que les Globes à petites feuilles, mais cette différence est peut-être due à ce que les manques, dans les parcelles des Collets roses, ont été un peu plus nombreux que dans celles qui portaient les Globes à petites feuilles. Le poids de la matière sèche pour 100 de betteraves est

1. *Ann. agr.*, t. XXI, p. 305.

identique dans les deux variétés. Il y a un peu plus de sucre dans les Collets roses que dans les Globes, en revanche celles-ci sont un peu plus chargées de matières azotées ; la quantité de salpêtre est enfin à peu près semblable, toutefois les Collets roses en renferment un peu moins.

Il ne faut pas, dans les questions agricoles, se hâter de généraliser ; il faut toujours se rappeler que la saison exerce une influence souvent décisive. On se souvient que l'automne de 1895 a été exceptionnellement chaud et sec, le thermomètre s'est maintenu pendant tout le mois de septembre à 20 degrés, et la pluie a fait complètement défaut. Il n'est donc pas extraordinaire que les racines aient présenté une haute teneur en matière sèche, et avant de se prononcer sur la valeur relative des deux variétés en expériences, il est fort utile de continuer les comparaisons pendant plusieurs années : nous allons voir, en effet, qu'en 1896 on arrive à des conclusions très différentes de celles de 1895.

Année 1896.

La pluie a été distribuée en 1896 tout autrement que l'année précédente ; si le printemps, et particulièrement le mois de mai, ont été secs, on a recueilli au mois de septembre une très forte quantité d'eau, et le mois d'octobre a été en outre très humide ; les pluies d'automne exercent, en général, une action très manifeste sur la composition des betteraves, et il va devenir intéressant de comparer entre elles les variétés sur lesquelles portent nos observations.

Observations météorologiques de l'année 1896.

	Température moyenne à 8 h. du matin.	Température minimum.	Hauteur d'eau tombée en millimètres.
	—	—	—
Janvier	— 2.8	— 4.5	27.2
Février	+ 1	— 10	4.6
Mars	+ 7.7	— 0.5	40.8
Avril	8.0	— 2	16.2
Mai	10.5	+ 2	2.6
Juin	15	+ 11	76.9
Juillet	16	+ 10	46.0
Août	14.5	+ 10	26.9
Septembre	13.7	+ 3	130.6
Octobre	8.7	+ 1	105.1
Novembre	2.5	— 2	56.4
Décembre	3.2	— 4	59.0
Pluie totale			592.3

Le tableau précédent montre qu'à part la sécheresse du mois de mai, un peu corrigée par les pluies de juin et l'excessive humidité de septembre et d'octobre, l'année n'a rien montré de très exceptionnel; la hauteur de pluie est de 592^{m},3, elle est comprise entre les limites ordinaires de 500 à 600 millimètres.

§ 1. — *Emploi des terres nitrifiantes.*

On verra, dans les tableaux suivants, que sur diverses parcelles on a employé des *terres nitrifiantes*, et il importe d'indiquer quelle est la signification de cette expression.

Les nombreuses études sur les eaux de drainage, insérées dans les *Annales*, ont montré clairement qu'habituellement la formation des nitrates, due à l'activité des ferments du sol, est insuffisante au printemps pour soutenir les récoltes; de là la nécessité où nous sommes d'acheter du nitrate de soude.

A quoi est due cette formation insuffisante des nitrates au printemps?

Peut-on l'attribuer aux mauvaises conditions que présentent nos terres à cette époque; tantôt à leur basse température, tantôt au manque d'humidité; ou bien, faut-il admettre que la lenteur d'évolution des ferments nitriques est telle qu'ils ne commencent à travailler énergiquement qu'un mois ou six semaines après le réveil de la végétation et que, par suite, les nitrates qu'ils élaborent tardivement n'arrivent pas au moment où ils seraient le plus utiles?

Ces deux hypothèses devaient être soumises au contrôle de l'expérience; mais, tandis que changer les conditions physiques du sol est difficile, qu'y apporter l'eau qui parfois fait défaut exige des travaux préparatoires que nous n'avons pas encore pu réaliser, il était relativement aisé de procéder aux essais qui portaient sur l'activité des ferments.

J'ai montré, depuis plusieurs années déjà, que la nitrification est susceptible d'acquérir une extrême énergie dans des terres mintenues dans des conditions favorables. Je reviendrai prochainement sur ce sujet avec tous les développements qu'il comporte; il me suffira aujourd'hui de dire que si on place dans la stalle vide d'une étable ou encore dans une pièce chauffée pendant les grands froids, un lot de terre fertile, prélevé à l'automne, puis que, pendant

tout l'hiver, on s'astreigne à maintenir cette terre humide, tout en la retournant à la bêche à plusieurs reprises différentes, on voit les nitrates s'y accroître prodigieusement[1]. Leur formation est accompagnée d'une fixation d'azote atmosphérique considérable. Le point important, pour ce qui nous intéresse, c'est qu'évidemment les ferments sont conservés dans ces terres, en pleine activité, et que si la faible formation de nitrates que nous constatons dans nos terres, au printemps, est due au peu de vitalité des ferments qu'elles renferment, il y aura intérêt à introduire dans ces terres des ferments en plein travail qui suppléeront à l'indolence des organismes du sol, encore engourdis par les froids de l'hiver.

Nous avons donc essayé de répandre sur la terre, au printemps dernier comme au printemps précédent, dans les sols de Grignon et dans ceux des domaines de Bourdon, dans la Limagne d'Auvergne, une certaine quantité de terres en pleine nitrification, espérant voir cette nitrification se propager, et nos sols, ainsi additionnés de *terres nitrifiantes*, donner des récoltes égales à celles qu'on obtiendrait des parcelles pourvues de nitrate de soude.

Au printemps de 1896, on a employé aux épandages des terres maintenues humides depuis l'automne précédent et renfermant une quantité de nitrates notable; il est à bien remarquer cependant que, comme on a employé 2 kilos de terre par are, soit 200 kilos par hectare, la proportion de nitrate introduite par ces apports a été insignifiante; si un effet se manifeste, il devra être attribué à l'intervention des microrganismes et non aux proportions insignifiantes de nitrates contenues dans les terres employées aux ensemencements. On a tracé entre les lignes de jeunes racines, encore très petites, des raies avec une pioche, on y a déposé à la main la terre nitrifiante, puis on a recouvert avec la terre rejetée des deux côtés de la raie. On a examiné les cultures pendant tout l'été, sans voir de différences bien sensibles entre les parcelles pourvues de terres nitrifiantes et celles qui avaient reçu du nitrate de soude. A la récolte on a obtenu les résultats indiqués dans les tableaux suivants.

1. *Comptes rendus des séances de l'Acad. des sciences*, t. CXXV, p. 278.

TABLEAU I. — Culture des betteraves 1896. Composition centésimale.

NUMÉROS DES PARCELLES	VARIÉTÉS CULTIVÉES	CULTURE ET FUMURE EN 1896.	FUMURE EN 1896	MATIÈRE sèche p. 100.	DENSITÉ du jus en degrés.	SUCRE		AZOTE ORGANIQUE		CENDRES		NITRATE DE POTASSE	
						p. 100 de jus.	p. 100 de betteraves.	p. 100 de matière sèche.	p. 100 de betteraves.	p. 100 de matière sèche.	p. 100 de betteraves.	p. 100 de matière sèche.	p. 100 de betteraves.
33	Tankard	Blé. 20,000 k. fumier.	40,000 k. fumier .	13.40	4.9	10.5	10.0	1.00	0.134	5.7	0.76	»	»
34	Globes jaunes . . .	Id. Id. 100 k. nitrate de soude.	— — .	11.82	4.7	9.9	9.4	1.24	0.146	7.4	0.87	»	»
35	Collet rose	Blé. 20,000 k. fumier.	— — .	18.21	6.3	14.4	13.7	1.26	0.229	5.3	0.96	»	»
36	Vilmorin améliorée.	— 1,200 k. engrais à l'humus. . . .	— — .	23.37	7.5	16.9	16.1	0.985	0.230	4.1	0.96	»	»
37	— —	Blé. Sans engrais .	Sans engrais . . .	21.82	7.8	18.3	17.4	1.18	0.257	3.9	0.85	»	»
38	Tankard	— — .	30,000 k. fumier. 200 k. nitrate.	13.34	5	10.8	10.3	0.952	9.127	5.9	0.79	»	»
39	Globes jaunes . . .	— 100 k. nitrate .	30,000 k. fumier. 200 k. nitrate.	13.25	4.75	9.2	8.7	9.955	0.126	6.0	0.80	»	»
40	Collet rose	— Sans engrais. .	30,000 k. fumier. 200 k. nitrate.	18.18	7	15.2	14.4	0.980	0.178	4.3	0.78	»	»
41	Vilmorin améliorée.	— — .	30,000 k. fumier. 200 k. nitrate.	22.39	7.3	16.9	16.1	1.27	0.284	2.9	0.65	0.270	0.060
42	Globes jaunes . . .	— 20,000 k. fumier.	20,000 k. fumier. 200 k. nitrate.	11.77	4.3	8.2	7.8	1.15	0.135	6.6	0.78	0.631	0.074
43	— — . . .	— — .	20,000 k. fumier. Terre nitrifiante.	12.05	4.3	8.3	7.9	1.07	0.129	5.7	0.69	0.720	0.087
44	Collet rose	— — .	20,000 k. fumier. 200 k. nitrate.	17.95	6.3	13.7	13.0	1.21	0.217	4.5	0.81	0.270	0.048
45	— —	— — .	20,000 k. fumier. Terre nitrifiante.	18.22	6.4	13.7	13.0	1.05	0.191	4.4	0.80	0.360	0.066
46	Globes jaunes . . .	— — .	20,000 k. fumier. 200 k. nitrate.	11.13	4.5	8.3	7.9	1.32	0.146	6.3	0.70	0.810	0.090
47	— — . . .	— 200 k. nitrate	20,000 k. fumier. Terre nitrifiante.	12.92	4.9	10.0	9.5	1.04	0.134	5.8	0.75	0.765	0.098
48	Collet rose	Blé. 20,000 k. fumier.	20,000 k. fumier. 200 k. nitrale.	17.65	6.3	13.1	12.4	1.13	0.200	4.6	0.81	0.631	0.111
65	— —	— 1,200 k. engrais à l'humus. . . .	20,000 k. fumier. Terre nitrifiante.	17.72	6.0	12.0	11.4	1.18	0.209	4.6	0.81	0.585	0.104
68	Vilmorin améliorée.	Blé. Sans engrais .	20,000 k. fumier. 200 k. nitrate.	22.42	7.7	16.7	15.9	1.10	0.246	3.2	0.72	0.135	0.030

§ 2. — *Disposition des expériences.*

Pendant l'année 1896, on a cherché non seulement, ainsi qu'il vient d'être dit, à préciser l'influence des terres nitrifiantes, mais en outre on a continué à comparer les diverses variétés toujours semées aux faibles écartements indiqués plus haut : 35 centimètres entre les lignes et 25 entre les racines, sur la même ligne. On a semé d'abord sur quatre parcelles : **33, 34, 35** et **36,** Tankard, Globe jaune, Collet rose et Vilmorin améliorée en leur donnant exactement la même fumure de 40,000 kilos de fumier par hectare ; il n'y avait pas à tenir compte des cultures dérobées, car on se rappelle que l'automne de 1895 a été tellement sec que les cultures dérobées ont complètement échoué, la levée a eu lieu cependant, mais les jeunes plantes privées d'humidité et soumises à la température excessive du mois de septembre 1895 ont péri : la fumure verte a donc été nulle.

La parcelle **37** est restée sans engrais, elle a porté des racines Vilmorin.

Sur les parcelles **38, 39, 40** et **41** on a encore mis en comparaison les quatre variétés précédentes, mais on a réduit à 30,000 kilos par hectare la dose de fumier, et on l'a fortifiée de 200 kilos de nitrate de soude.

Les deux parcelles **42** et **43, 46** et **47** ont été ensemencées en Globes jaunes à petites feuilles, et comme l'année précédente, on avait donné au blé 20,000 kilos de fumier, on a réduit la dose à 20,000 kilos pour 1896. Deux parcelles ont été destinées à apprécier l'influence des terres nitrifiantes, on les a distribuées sur **43** et **47**, tandis que **42** et **45** recevaient, par hectare, 200 kilos de nitrate de soude.

La comparaison pour les Collets roses s'établit de la même façon ; on les a semés sur **44** et **45, 48** et **65**, on a mis partout 20,000 kilos de fumier ; mais tandis que **44** et **48** avaient 200 kilos de nitrate de soude, **45** et **65** recevaient la terre nitrifiante. **68**, ensemencé en Vilmorin à sucre, a reçu, outre les 20,000 kilos de fumier, 200 kilos de nitrate de soude.

§ 3. — *Composition des racines de 1896.*

Toutes les analyses exécutées sur les racines de 1896 ont été inscrites au tableau n° I, dans l'ordre même des parcelles; nous n'avons pas, en général, ensemencé avec la même graine des parcelles voisines, nous les avons disséminées au contraire, afin d'éviter les irrégularités qui proviennent de la fertilité quelque peu variable des diverses parties du champ. On remarquera, en effet, en consultant le tableau n° I, que le poids moyen d'une racine est moins élevé dans les dernières lignes du tableau que dans les premières; l'épaisseur de la terre des parcelles **47**, **48**, **65**, **68**, voisines les unes des autres, est moindre que celle qu'on constate pour **33**, **34**, etc.

Matière sèche. — Pour faciliter les comparaisons, nous réunirons en une moyenne les dosages exécutés sur les diverses variétés.

Matière sèche pour 100 de betteraves.

Tankards	13,37
Globes jaunes	12,14
Collets roses	17,90
Vilmorin à sucre.	22,30

Les résultats précédents justifient complètement les réflexions qui terminent le paragraphe précédent, sur l'opportunité de multiplier les essais avant d'en tirer des conclusions; les Collets roses ont été semés en même temps que les Globes et aux mêmes écartements, et cependant, contrairement à ce qu'on avait observé en 1895, les Collets roses renfermaient beaucoup plus de matière sèche que les Globes.

Poids moyen d'une racine. — On a constaté peu de manque dans les parcelles, et toutes les racines sont restées généralement de plus petites dimensions que l'an dernier. Nous trouvons, en effet, pour le poids moyen d'une racine, les nombres suivants :

Poids moyen d'une racine.

	Grammes.
Tankards	610
Globes	575
Collets roses	457
Vilmorins	440

Il est curieux de constater que bien que pendant cette année humide, les betteraves fourragères n'aient pas acquis de grandes dimensions, elles soient restées pauvres en matière sèche ; les Collets roses présentent un poids presque aussi faible que les betteraves à sucre Vilmorin, et cependant, ils ne renferment encore que 18 centièmes de matière sèche, au lieu de 22,5. Nous reconnaissons là l'influence décisive de la race. Le nombre des anneaux de tissu fibreux riche en sucre, et peu aqueux est plus grand dans Vilmorins que dans les Collets roses et plus grand dans les Collets roses que dans les Globes, par suite, le poids de matière sèche ne s'accroît pas régulièrement avec l'exiguité des racines.

Sucre. — Les Tankards renferment sensiblement plus de sucre que les Globes; les Collets roses plus que les Taukards et enfin naturellement les Vilmorins plus encore que les Globes; nous trouvons en effet :

Sucre pour 100 de betteraves.

Tankards.	10 1
Globes	8 5
Collets roses	13 0
Vilmorin	15 5

Matière azotée. — Nous avons donné, dans le tableau n° 1, les résultats des dosages de l'azote organique; il est plus commode pour établir les comparaisons de multiplier les chiffres trouvés par 6,25 afin d'avoir le poids de la matière azotée ; nous trouvons ainsi :

Matière azotée pour 100 de betteraves.

Tankards.	0 812
Globes à petites feuilles.	0 850
Collets roses	1 275
Betteraves Vilmorin.	1 665

Les Collets roses sont donc beaucoup plus riches en matières azotées que les Globes.

Nitrate de potasse. — Nous avons dosé les nitrates de trois variétés, le dosage a porté sur deux échantillons pour les Vilmorins, sur quatre pour les Collets roses et les Globes.

On a trouvé pour 100 de betteraves :

Nitrate de potasse dans 100 de betteraves

Globes à petites feuilles.	0 087
Collets roses.	0 057
Vilmorin	0 045

Si intéressants que soient les nombres qui indiquent la composition centésimale des diverses variétés, c'est seulement en les combinant avec les rendements à l'hectare qu'on arrivera à se faire une idée de la valeur des variétés.

§ 4. — *Rendements à l'hectare.*

Les quatre parcelles de **33** à **36** ont reçu, en 1896, la valeur de 40 tonnes de fumier par hectare, les quatre parcelles de **38** à **41**, 30 tonnes seulement et, en outre, 200 kilos de nitrate de soude ; ces deux fumures s'équivalent à peu près, mais les quatre premières parcelles avaient, l'année précédente, été fumées pour blé à raison de 20 tonnes de fumier, tandis que les quatre dernières n'avaient rien reçu, et l'arrière-fumure a exercé une influence des plus marquées, partout les rendements des quatre premières parcelles surpassent ceux des quatre dernières, sauf pour Tankard, qui donne à peu près des deux côtés la même récolte.

La betterave est très sensible à l'abondance des fumures directes ; on le sait depuis longtemps, mais si on en voulait une autre preuve, on n'aurait qu'à comparer les rendements des parcelles de **42** à **68** à celles de **33** à **36** ; l'arrière-fumure est semblable, mais en 1896, les parcelles de **42** à **68** n'ont reçu que 20 tonnes de fumier additionnées, soit de nitrate de soude, soit de terre nitrifiante, tandis que les quatre premières parcelles ont reçu 40 tonnes de fumier; aussi leurs rendements sont-ils beaucoup plus élevés.

Terre nitrifiante. — Nous avons indiqué plus haut que la terre nitrifiante a été distribuée entre les lignes de racines lorsque la levée était complète et quelques jours seulement avant le démariage. Les *Globes*, ont bien mieux réussi quand elles ont reçu du nitrate de soude que lorsqu'on leur a distribué de la terre nitrifiante : **42** est supérieur à **43**, et **46** à **47**. Il est fort curieux de constater que pour les *Collcts roses* c'est précisément le résultat inverse qui apparaît : **45** est supérieur à **44**, et **65** à **48** ; il est

TABLEAU II. — Culture des betteraves en 1896. Produits à l'hectare.

NUMÉROS DES PARCELLES	VARIÉTÉS CULTIVÉES	CULTURE ET FUMURE EN 1895	FUMURE EN 1896	RENDEMENT à l'hectare.	POIDS moyen d'une racine.	MATIÈRE sèche à l'hectare.	SUCRE à l'hectare.	MATIÈRE azotée à l'hectare.	NITRATE de potasse enlevé à l'hectare.
				kil.	gr.	kil.	kil.	kil. gr.	kil.
33	Tankard	Blé. 20,000 k. fumier	40,000 k. fumier	67.400	610	9.032	6.740	564 1	»
34	Globes jaunes . . .	Blé. 20,000 k. fumier. 100 k. nitrate.	— —	82.700	720	9.775	7.773	757 5	»
35	Collet rose.	Blé. 20,000 k. fumier.	— —	55.900	560	10.180	7.658	803 1	»
36	Vilmorin améliorée.	Blé. 1,200 k. Engrais commercial	— —	40.000	530	9.348	6.440	575 0	»
37	— —	Blé. 200 kil. Superphosphate (sur partie Est).	Sans engrais	20.000	300	4.364	3.580	321 0	»
38	Tankard	Blé. Sans engrais	30,000 k. fumier. 200 k. nitrate .	67.600	610	9.018	6.963	536 0	»
39	Globes jaunes . . .	— 100 k. nitrate	— — — — .	68.100	620	9.023	5.824	538 0	»
40	Collet rose.	— Sans engrais.	— — — — .	45.500	465	8.720	6.452	534 0	»
41	Vilmorin améliorée.	— Sans engrais.	— — — — .	34.000	460	7.613	5.474	603 7	20 4
42	Globes jaunes . . .	Blé. 20,000 k. fumier.	20,000 k. fumier. 200 k. nitrate .	70.000	650	8.239	5.460	581 0	51 8
43	— — . . .	— — —	— — Terre nitrifiante.	53.800	500	6.483	4.250	433 7	46 8
44	Collet rose.	— — —	— — 200 k. nitrate .	38.500	450	6.911	5.005	522 5	18 5
45	—	— — —	— — Terre nitrifiante.	42.300	470	7.701	5.499	505 6	23 0
46	Globes jaunes . . .	— — —	— — 200 k. nitrate .	57.500	510	6.400	4.542	528 0	51 8
47	— — . . .	— — 200 k. nitrate. .	— — Terre nitrifiante.	53.600	470	6.925	5.092	450 0	52 5
48	Collet rose	— — — — .	— — 200 k. nitrate .	37.600	410	6.636	4.662	468 0	41 7
65	—	— 1,200 k. Engrais commercial	— — Terre nitrifiante.	48.500	390	8.594	5.529	633 7	50 4
68	Vilmorin améliorée.	Blé. Sans engrais	— — 200 k. nitrate .	28.300	330	6.345	4.500	435 0	8 5

vrai que dans ce dernier cas, il y a une cause pertubatrice, **65** a reçu, en 1895, une assez forte dose d'engrais à l'humus qui paraît exercer une influence sensible, particulièrement l'année qui suit son épandage.

Rendement à l'hectare. — Nous réunissons dans les moyennes suivantes les rendements à l'hectare des diverses variétés : d'une part en prenant l'ensemble de toutes les parcelles, de l'autre en ne considérant que les huit premières parcelles qui, ainsi qu'il vient d'être dit, ont reçu des fumures plus fortes que les suivantes :

Rendements moyens à l'hectare calculés pour l'ensemble des parcelles.

	Kilogr.
Tankards.	67.500
Globes jaunes.	64.400
Collets roses	44.400
Vilmorins améliorees	34.800

Si on se borne aux huit premières parcelles, en éliminant la parcelle **37** qui reste toujours sans engrais, on arrive aux rendements suivants :

Rendements moyens à l'hectare calculés sur les huit premières parcelles Fortes fumures directes.

	Kilogr.
Tankards	67.500
Globes jaunes.	73.000
Collets roses	50.200
Vilmorin	37.000

Les Globes se placent nettement au premier rang, les Tankards au second. Les rendements précédents n'ont rien d'exagéré pour des racines fourragères; mais on ne manquera pas d'être frappé du chiffre élevé auxquels ils arrivent avec des racines que la culture en lignes serrées a empêché d'atteindre de fortes dimensions. Il est clair, cependant, que si on se bornait aux rendements bruts, on croirait qu'il n'y a pas de discussion possible dans le choix des variétés et qu'il convient de semer, comme racines pour le bétail, des Tankards et des Globes sans songer aux Collets Roses. Avant de conclure, il faut cependant examiner les choses de plus près.

Matière sèche à l'hectare. — Il importe peu d'avoir de forts rendements à l'hectare, si ces rendements élevés ne correspondent pas à un grand poids de matière sèche. Nous avons donné,

dans le paragraphe précédent, la teneur en matière sèche moyenne des variétés, en la combinant avec les rendements moyens, nous arrivons aux résultats suivants :

Matière sèche produite à l'hectare (moyenne de l'ensemble des parcelles).

	Kilogr.
Tankards	9.024
Vilmorin améliorée[1]	7.765
Collets roses	8.123
Globes	7.807

Ce sont les Tankards qui se placent au premier rang, les Collets roses viennent ensuite et les Vilmorins ne le cèdent que de bien peu aux Globes. Il est à remarquer que la comparaison, telle que nous venons de l'établir, n'est pas tout à fait rigoureuse ; en effet, les moyennes sont établies sur deux dosages seulement pour les Tankards et précisément cette variété n'a été semée que dans les parties du champ qui ont reçu les fumures les plus fortes; si on avait établi la comparaison pour les huit premières parcelles seulement, on serait arrivé à un résultat tout différent; on aurait trouvé :

Matière sèche à l'hectare (moyenne des huit premières parcelles).
Fortes fumures directes.

	Kilogr.
Tankards	9.024
Vilmorin améliorée	8.480
Globes	9.399
Collets roses	9.499

Les trois variétés fourragères présentent à peu près le même poids de matière sèche, les Collets roses prennent la tête, les Globes se placent au second rang très près derrière les Collets roses et les Tankards suivent, mais sont très rapprochés des Globes.

La première comparaison reste exacte pour les Collets roses et les Globes, car les parcelles qui ont reçu les fortes et les faibles fumures sont en nombre égal, la différence n'est pas très grande, mais cependant elle est en faveur des Collets roses.

Sucre à l'hectare. — Si nous prenons d'abord la teneur en sucre des betteraves pour l'ensemble des rendements, nous arrivons aux nombres suivants :

1. On ne fait pas entrer dans le calcul 37 qui reste toujours sans engrais.

Sucre à l'hectare pour l'ensemble des parcelles.

	Kilogr.
Tankards	6.817
Globes jaunes	5.465
Collets roses	5.945
Vilmorin améliorée	5.456

et si nous bornons la comparaison aux huit premières parcelles :

	Kilogs.
Tankards	6.817
Globes jaunes	6.786
Collets roses	7.098
Vilmorin améliorée	5.957

On a constaté déjà bien souvent que notre législation actuelle qui conduit les fabricants à rechercher les variétés très riches en sucre les amène à n'obtenir d'un hectare qu'une quantité de sucre plus faible que celle que renferment les variétés plus prolifiques, mais moins riches; avec les Collets roses, en 1896, on a obtenu de 1 hectare 1,000 kilos de plus qu'avec les Vilmorins; c'est ce qui découle de la comparaison établie sur les huit premières parcelles.

Pour l'ensemble des parcelles, il faut, ainsi qu'il a été dit déjà, restreindre la comparaison aux Globes et aux Collets roses, et on reconnaît que ces dernières contiennent environ 500 kilos de plus que les premières.

Matière azotée à l'hectare. — Sur l'ensemble des parcelles, on trouve, pour les diverses variétés, les nombres suivants :

Matière azotée à l'hectare pour l'ensemble des parcelles.

	kil. gr.
Tankards	550 1
Globes jaunes	494 9
Collets roses	590
Vilmorin améliorée	537 9

et si on compare seulement entre elles les huit premières parcelles, en éliminant la parcelle **37**, qui reste toujours sans engrais, on obtient :

Matière azotée à l'hectare (moyenne des huit premières parcelles).
Fortes fumures directes.

	kil. gr.
Tankards	550 1
Globes	547 8
Collets roses	703 4
Vilmorin améliorée	589 3

Dans les deux cas, les Collets roses se placent au premier rang; dans la seconde comparaison, les Vilmorins occupent la seconde place, qu'ils cèdent aux Tankards quand leur moyenne est abaissée par le faible rendement de la parcelle 68. Les Globes, dans tous les cas, reculent jusqu'à la dernière place.

Il nous reste enfin, pour terminer notre étude comparative des diverses variétés, à calculer la quantité de nitrate de potasse contenue dans la récolte d'un hectare :

Nitrate de potasse entraîné à l'hectare.

	kil. gr.
Globes à petites feuilles	50 0
Collets roses	34 6
Vilmorin	13 9

Ces nombres sont relativement peu élevés, ce qui tient sans doute à l'abondance des pluies d'automne qui ont entraîné les nitrates hors de la portée des racines.

Année 1897.

Les conditions météorologiques de 1897 n'ont pas été semblables à celles de 1896, la pluie a été régulière pendant le printemps, plus abondante pendant les mois d'août et de septembre, ce qui a assuré le succès des cultures dérobées ; elle a cessé en octobre, aussi les travaux d'ameublissement du sol et les semailles de blé d'hiver ont été faciles.

Nous donnons ci-dessous le résumé des observations recueillies à la Station de Grignon :

Observations météorologiques de l'année 1897.

	Température moyenne à à 8 h. du matin.	Température minimum.	Hauteur d'eau tombée en millimètres.
Janvier	+ 2	— 5	28.7
Février	+ 5.2	— 5	38.8
Mars	+ 6.6	— 1	66.6
Avril	+ 8.5	— 0	56.2
Mai	+ 10	— 2	42.3
Juin	+ 15	+ 6	64.5
Juillet	+ 15.9	+ 8	8.5
Août	+ 14.9	+ 8	72.6
Septembre	+ 11.9	+ 4	52.1
Octobre	+ 9.3	— 3	8.4
Novembre	+ 4.1	— 6	24.6
Décembre	»	»	49.7
Pluie totale			513.0

Les essais de 1897 ont porté, d'une part, sur les betteraves fourragères; de l'autre, sur les betteraves de sucrerie. Nous avons été sollicité par des producteurs de graines de betteraves de mettre en expériences quelques variétés nouvelles; nous nous sommes prêté à leurs désirs, car rien n'est plus important pour le succès des campagnes de sucrerie que de s'approvisionner de betteraves riches en sucre; à nos recherches sur les betteraves fourragères se sont donc joints des essais sur des racines sucrières, et notre exposé se divisera naturellement en deux parties : betteraves fourragères, betteraves de sucrerie.

BETTERAVES FOURRAGÈRES

§ 5. — *Dispositions des expériences.*

Nous avons poursuivi, en 1897, les recherches entreprises les années précédentes, pour savoir s'il convient de substituer, dans l'alimentation des animaux, les betteraves de distillerie dites à Collets roses, aux betteraves fourragères habituellement semées et particulièrement aux *Tankards* et surtout aux *Globes jaunes à petites feuilles*, qui nous ont paru particulièrement recommandables. Nous ajouterons aux résultats de notre propre culture ceux qui découlent des expériences exécutées dans une autre partie du domaine par MM. Berthault et Claudel, et, en outre, ceux que nous avons pu connaître d'une ferme voisine du champ d'expérience, sur laquelle on persiste à semer aux grands écartements.

Nous avons, en outre, cherché encore une fois si l'épandage des terres nitrifiantes permettait de s'abstenir de l'emploi du nitrate de soude.

La composition des betteraves fourragères est indiquée dans le tableau n° III et les nombres calculés pour la surface de 1 hectare dans le tableau n° V.

Neuf parcelles seulement ont été ensemencées en betteraves fourragères. Les betteraves succédaient partout à du blé, dont la végétation n'avait été soutenue que par du nitrate de soude, on n'aura donc pas à faire intervenir la considération des arrière-fumures. On a distribué, à ces neuf parcelles, un peu tardivement, car les travaux ont été très contrariés par l'état du sol à l'automne de 1896, 50,000 kilos de fumier de ferme; son action est venue s'ajouter à celle des cultures dérobées, qui ont apporté à l'hectare

environ 2,500 kilos de matière sèche renfermant de 70 à 80 kilos d'azote ; la quantité d'azote organique introduite est considérable; on verra cependant (tableau n° IV) que l'addition du nitrate de soude a exercé sur l'abondance de la récolte une augmentation très sensible.

Sur chacune des trois séries de parcelles, une a reçu, en effet, la valeur de 200 kilos de nitrate de soude par hectare, une autre, de la terre nitrifiante, et enfin, pour bien jugerde l'influence de ces deux additions, une troisième est restée sans autre engrais que le fumier et la culture verte enfouie. L'ensemencement a eu lieu les 14 et 15 avril, les lignes étaient espacées à 35 centimètres et les betteraves maintenues dans la ligne à 25 centimètres.

§ 6. — *Composition centésimale des betteraves fourragères.*

L'ensemble des résultats constatés est réuni dans le tableau III.

La teneur en matière sèche a été, en 1897, plus élevée que les années précédentes, et naturellement les Collets roses se placent au premier rang, les Globes viennent ensuite ; les Tankards sont les plus aqueuses.

Teneur moyenne des diverses variétés en matière sèche.

	kil. gr.
Collets roses	18 5
Globes à petites feuilles	15 9
Tankards	14 5

Pour la richesse en sucre, les variétés se placent dans le même ordre.

Teneur moyenne des diverses variétés en sucre.

	kil. gr.
Collets roses	12 1
Globes à petites feuilles	10 5
Tankards	9 5

Nous avons reconnu, il y a bien des années (1874), M. Fremy et moi, que les betteraves qui avaient reçu de fortes fumures azotées perdaient de leur richesse en sucre, et devenaient plus aqueuses; on trouve en effet en groupant ensemble les nombres du tableau non plus par variété, mais par espèce de fumures, les résultats suivants :

TABLEAU III. — Composition centésimale des betteraves fourragères.

NUMÉROS DE LA PARCELLE	VARIÉTÉS	CULTURE ET FUMURE EN 1896.	FUMURE EN 1897.	MATIÈRE SÈCHE p. 100	DENSITÉ du JUS	SUCRE p. 100.		AZOTE p. 100 de matière sèche.		MATIÈRE AZOTÉE p. 100.		NITRATE DE POTASSE p. 100.	
						de jus.	de betteraves.	organique.	nitrique.	de matière sèche.	de betteraves.	de matière sèche.	de betteraves.
10	Collet rose de distillerie.	Blé. 200 k. nitrate de soude.	50,000 k. fumier. Terre nitrifiante.	17.7	1.059	12.4	11.7	1.16	0.080	7.25	1.28	0.577	0.102
11	— —	— —	50,000 k. fumier. . .	19.2	1.063	13.4	12.6	1.07	0.078	6.69	1.28	0.562	0.108
12	— —	— —	50,000 k. fumier. 200 k. nitrate de soude. .	18.6	1.060	12.9	12.1	1.11	0.082	6.94	1.29	0.591	0.110
16	Globe à petite feuille.	Blé. 100 k. nitrate de soude.	50,000 k. fumier. Terre nitrifiante	15.7	1.052	10.4	9.8	1.35	0.208	8.44	1.35	1.50	0.235
67	— —	— —	50,000 k. fumier. . .	15.6	1.052	10.4	9.8	1.30	0.188	8.12	1.26	1.35	0.210
70	— —	— —	50,000 k. fumier. 200 k. nitrate de soude. .	16.4	1.054	10.8	10.1	1.26	0.225	7.88	1.29	1.62	0.266
4	Tankard	Blé. 200 k. nitrate de soude.	50,000 k. fumier. Terre nitrifiante	14.6	1.047	9.4	8.8	0.85	0.360	5.31	0.77	2.59	0.380
5	—	Blé. Sans engrais.	Sans engrais.	15.1	1.051	9.8	9.2	0.83	0.262	5.19	0.78	1.88	0.285
6	—	Blé. 200 k. nitrate de soude.	50,000 k. fumier. 200 k. nitrate de soude . .	13.7	1.046	9.2	8.6	0.86	0.400	5.37	0.73	2.88	0.395

Composition moyenne des betteraves d'après la fumure distribuée.

	Sucre.	Matière sèche.
Fumier et terre nitrifiante	10.1	16.0
Fumier seul	10.5	16.6
Fumier et nitrate de soude	10.3	16.2

Les différences sont faibles et il est naturel qu'elles le soient, les fumures ayant été partout très copieuses, mais ce sont cependant les racines qui n'ont reçu que du fumier sans nitrates et sans terre nitrifiante qui sont les plus riches en sucre et en matière sèche.

La matière azotée pour 100 de betteraves est à peu près constante dans les Collets roses; elle présente des variations un peu plus notables dans les Globes à petites feuilles; elle dépasse un centième dans ces deux variétés, mais reste sensiblement au-dessous dans les Tankards; si on réunit, en effet, les chiffres en une moyenne pour les trois variétés, on trouve les nombres suivants :

Matière azotée pour 100 de betteraves.

	gr. c.
Collets roses	1 28
Globes à petites feuilles	1 30
Tankards	0 76

Les différences que nous venons d'indiquer ne sont pas dues seulement à la teneur en matière sèche des trois variétés; elles s'accusent nettement dans la matière sèche elle-même, ainsi que le montre le tableau n° III.

La pluie ayant été moins abondante pendant l'automne de 1897, qu'elle ne l'avait été pendant la même saison de 1896, la teneur des racines en nitrate de potasse a été partout plus forte cette année qu'elle ne l'avait été l'an dernier. L'influence de la variété est ici très sensible, on trouve, en effet :

Nitrate de potasse pour 100 de betteraves.

	Centigrammes.
Collets roses	107
Globes à petites feuilles	237
Tankards	353

Les Tankards sont beaucoup plus chargées que les Globes et celles-ci plus que les Collets roses et c'est là une observation dont

il faut tenir grand compte quand il s'agit d'apprécier la valeur de ces trois variétés, car, ainsi qu'il a été dit déjà, les nitrates contenus dans les betteraves fourragères sont au moins gaspillés.

. . . .

. . . .

§ 7. — *Différences que présente la composition des betteraves en* 1896 *et en* 1897.

Les deux dernières années d'observations ont été caractérisées l'une: 1896, par un automne extrêmement humide, l'autre, par une saison correspondante relativement sèche et il est intéressant de voir comment cette répartition particulière de la pluie a influé sur la composition des diverses variétés.

	MATIÈRE SÈCHE	
	1896	1897
Collets roses	17.99	18.5
Globes à petites feuilles	12.44	15.9
Tankards	13.37	14.5
Vilmorins	22.50	22.3

	SUCRE	
	1896	1897
Collets roses	13.0	12.1
Globes à petites feuilles	8.5	10.5
Tankards	10.1	9.5
Vilmorins	15.5	16.6

	MATIÈRE AZOTÉE	
	1896	1897
Collets roses	1.275	1.28
Globes à petites feuilles	0.850	1.30
Tankards	0.812	0.760
Vilmorins	1.666	1.31

	NITRATE DE POTASSE	
	1896	1897
Collets roses	0.057	0.107
Globes à petites feuilles	0.087	0.237
Vilmorins	0.045	0.045

Ce qui ressort avec évidence de cette comparaison, c'est la constance de composition des betteraves Vilmorin : d'une année à l'autre elles présentent la même proportion de matière sèche,

de nitrate de potasse et les différences qu'elles présentent dans leur teneur en sucre et en matière azotée sont peu considérables.

La composition des Collets roses est un peu moins fixe, cependant, et c'est là un point très important, leur teneur en matière sèche a peu varié ; il n'en est pas de même des Globes.

Pour la matière azotée la teneur pendant les deux années est encore la même, tandis que pour les Globes elle a varié de 0.8 à 1.3.

On conçoit quels avantages présente pour l'établissement des rations la constance dans la composition des racines employées à l'alimentation; si je ne sais pas quelle est la quantité de matière sèche et particulièrement de matières azotées contenues dans les racines, il m'est impossible d'établir judicieusement le poids des tourteaux, de son ou de foin que je dois y ajouter; si, au contraire, les racines employées présentent une composition à peu près constante, je sais quelle est la quantité de matière nutritive qu'apporte le poids employé et je puis calculer les compléments à apporter.

Or si on veut bien se reporter aux premières pages de ce mémoire, on verra qu'en 1893, automne sans pluie, les Collets roses renfermaient 17.5 de matière sèche, et en 1894, 1.3, tandis que pendant l'année 1895 les Globes renfermaient 17.5 de matière sèche et en 1894, 12.50[1].

Quand nous allons, à la fin de cet écrit, essayer de fixer la valeur des diverses variétés, nous aurons à tenir compte de cette qualité très remarquable des betteraves demi sucrières de présenter une composition constante, tandis que les betteraves fourragères et même la meilleure d'entre elles, la Globe, est très sensible à l'action des saisons et renferme de 12 à près de 16 centièmes de matière sèche.

§ 8. — *Composition des betteraves récoltées par MM. Berthault et Claudel et dans une culture voisine.*

M. Berthault, professeur à l'Ecole de Grignon, et Claudel, répétiteur, cultivent une partie du domaine de Grignon, moins fertile que celle où est établi le champ d'expériences. Ils ont semé en 1897 des betteraves appartenant aux variétés Collets verts, Collets roses,

1. T. XXI, p. 315.

jaune Ovoïde des Barres aux faibles écartements de 35 sur 25, tandis que dans une ferme tout à fait voisine, on persista, malgré nos conseils, à semer aux grands écartements ; la graine choisie pour cette dernière variété appartenait à la variété Tankard; MM. Berthault et Claudel ont distribué 40,000 kil. de fumier; les Tankards en ont reçu 50,000 par hectare.

Voici les résultats des analyses des racines ainsi obtenues :

	FAIBLES ÉCARTEMENTS			GRANDS ÉCARTEMENTS
	Brabant à collet vert.	Collets roses.	Ovoïde des Barres.	Tankards.
Densité du jus	1067	1054	1054	1043
Sucre p. 100 de jus	15.8	11.7	10.8	8.2
Sucre p. 100 de betteraves.	14.8	11.0	10.2	7.7
Matière sèche p. 100.	20.5	17.2	16.6	12.2
Azote organique p. 100 de matière sèche.	1.08	1.06	1.40	0.90
Azote organique p. 100 de betteraves.	0.21	0.18	0.23	1.11
Matière azotée p. 100 de betteraves.	1.31	1.12	1.44	0.68
Azote nitrique p. 100 de betteraves.	0.01	0.02	0.02	0.03

Si on compare d'abord les Collets roses de MM. Berthault et Claudel à ceux du champ d'expériences, on leur trouve un peu moins de richesse en matière sèche, en sucre et en matière azotée, mais les compositions sont très analogues et cette première comparaison montrant que les différences de station n'influent que faiblement sur la composition, nous pouvons étendre la comparaison aux autres variétés ; il est visible, tout de suite, que les Brabants à collets verts sont meilleurs que les Collets roses, mais que les Ovoïdes des Barres leur sont inférieurs ; cette variété renferme un peu plus de matière sèche que les Globes à petites feuilles, un peu moins de sucre, mais un peu plus de matière azotée.

Quant aux Tankards de la ferme voisine, leur mauvais mode de culture les réduit à 12.2 de matière sèche au lieu de 14.5, qu'on trouve dans les betteraves serrées, 7.7 de sucre au lieu de 9.5 ; 0.68 de matière azotée au lieu de 0.76.

Nous verrons plus loin combien cette mauvaise composition influe sur le poids de matière utilisable recueillie à l'hectare.

TABLEAU IV. — Rendement et composition à l'hectare des betteraves fourragères.

NUMÉRO DE LA PARCELLE	VARIÉTÉS	CULTURE ET FUMURE EN 1896.	FUMURE EN 1897	RENDEMENT à l'hectare.	MATIÈRE sèche à l'hectare.	SUCRE à l'hectare.	AZOTE ENLEVÉ A l'hectare. organique.	nitrique.	MATIÈRE azotée produite à l'hectare.	NITRATE de potasse enlevé à l'hectare.
				kil.	kil.	kil.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.
10	Collet rose de distillerie.	Blé. 200 k. nitrate de soude.	50,000 k. fumier. Terre nitrifiante	54.700	9.681	6.399	112 3	7 74	701 8	55 8
11	— —	— —	50,000 k. fumier.	49.700	9.542	6.266	102 1	7 43	638 1	53 6
12	— —	— —	50,000 k. fumier. 200 k. nitrate de soude. . . .	57.300	10.658	6.933	118 3	8 73	739 3	62 9
16	Globe à petites feuilles.	Blé. 100 k. nitrate de soude.	50,000 k. fumier. Terre nitrifiante.	66.300	10.409	6.497	140 5	21 6	845 0	156 1
67	— —	— —	50,000 k. fumier.	66.800	10.421	6.546	135 5	19 6	843 8	141 2
70	— —	— —	50,000 k. fumier. 200 k. nitrate de soude. . . .	73.100	11.988	7.383	151 0	27 0	943 7	194 4
4	Tankard	Blé. 200 k. nitrate de soude.	50,000 k. fumier. Terre nitrifiante.	56.800	8.293	4.998	70 5	29 8	440 6	215 2
5	—	Blé. Sans engrais.	Sans engrais	25.500	3.850	2.346	31 9	10 1	199 4	72 7
6	—	Blé. 200 k. nitrate de soude.	50,000 k. fumier. 200 k. nitrate de soude	65.000	8.905	5.590	76 6	35 6	478 7	258 8

§ 9 — *Rendements à l'hectare.*

Les rendements à l'hectare en 1897 et la composition de la récolte sont réunis dans le tableau IV. On y voit que les rendements sont moins élevés qu'en 1896. La fumure a été copieuse cependant, mais la saison plus sèche et notamment l'absence presque complète de pluie pendant le mois de juillet, ont exercé une influence fâcheuse. Le rendement moyen des trois variétés, leur teneur en matière sèche à l'hectare, sont représentés par les nombres suivants :

Rendement moyen et matière sèche à l'hectare.

	Rendement moyen.	Matière sèche.
	—	—
Collets roses	53.900	9.960
Globes à petites feuilles . .	68.800	10.939
Tankards[1].	60.900	8.399

La Globe à petites feuilles se place nettement au premier rang, non seulement pour le rendement brut, mais aussi pour la teneur en matière sèche. Si les Tankards surpassent les Collets roses comme rendement, elles leur sont bien inférieures pour le poids de matière sèche à l'hectare, ce qui démontre une fois de plus que la pesée de la récolte brute ne donne, sur sa valeur réelle, qu'une notion tout à fait insuffisante.

Rendement moyen de sucre à l'hectare.

Collets roses	6.538
Globes à petites feuilles	6.609
Tankards[1]	5.244

Les Globes à petites feuilles renferment donc un peu plus de sucre que les Collets roses, mais la différence est très faible; les Tankards contiennent beaucoup moins de sucre que les autres variétés.

Matière azotée à l'hectare.

	Kil. gr.
	—
Collets roses	693 1
Globes à petites feuilles	877 5
Tankards[1]	459 6

1. On ne fait pas entrer dans les moyennes la parcelle 5 restée toujours sans engrais.

Ici encore, les Globes à petites feuilles présentent une plus grande richesse que les deux autres variétés, toutefois, la teneur des Collets roses est encore assez élevée, tandis que celle des Tankards est décidément faible.

Il ne nous reste plus, pour évaluer les trois variétés en 1897, qu'à calculer ce que l'hectare renferme de nitrate de potasse.

Nitrate de potasse contenu dans les récoltes d'un hectare.

	Kilogr.
	—
Collets roses	57 4
Globes à petites feuilles	163 9
Tankards	237 9

Ici l'ordre est complètement renversé; il est clair qu'une variété présente une valeur d'autant moindre que la proportion de nitrate de potasse est plus forte, en effet, ainsi qu'il a été dit déjà, ce nitrate passe, pour le moins sans profit, au travers du tube digestif des animaux; nous disons, pour le moins, car à haute dose le salpêtre est vénéneux. Or, si on rationne une vache à 60 kilos de Tankards, elle ingérera chaque jour environ 230 grammes de salpêtre et, bien que cette quantité soit trop faible pour amener la mort, elle peut produire quelques désordres, diminuer la lactation ou retarder la préparation pour la boucherie.

Si nous admettons même que le salpêtre passe dans la ration sans causer de préjudice aux animaux qui la reçoivent, il n'en est pas moins vrai, que ce salpêtre, arrivant au fumier, y sera réduit et perdu; or, pour cette variété, la quantité ainsi gaspillée surpasse celle qui a été introduite comme engrais au début de la saison.

Si nous cherchons maintenant à résumer ces observations sur les variétés, nous trouvons qu'en 1897 les betteraves Tankards se sont montrées décidément très inférieures aux deux autres variétés; la discussion, au contraire, s'établit entre les Collets roses et les Globes. Ces dernières sont supérieures comme rendement brut à l'hectare, comme productrices de matière sèche, de sucre et de matière azotée, mais présentent, au contraire, une infériorité marquée, au point de vue de l'accumulation du salpêtre, de telle sorte que nous restons encore indécis au sujet du choix à conseiller.

Avant de conclure, il importe de résumer les recherches exécutées sur ces deux variétés, pendant les dernières années.

TABLEAU V. — **Résumé des cultures de 1894, 1896, 1897.**

ANNÉES	RENDEMENT BRUT à l'hectare.		MATIÈRE SÈCHE à l'hectare.		SUCRE à l'hectare.		MATIÈRE AZOTÉE à l'hectare.		NITRATE DE POTASSE ENLEVÉ à l'hectare.	
	Globes.	Collets roses	Globes.	Collets roses.	Globes.	Collets roses.	Globes.	Collets roses.	Globes.	Collets roses.
			kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
1894. . .	77.400	49.800	9.470	8.624	6.388	6.407	616 0	591 0	185 9	91 8
1896. . .	75.300	50.200	9.399	9.499	6.786	7.098	547 8	703 4	50 0	34 6
1897. . .	68.800	53.900	10.939	9.960	6.609	6.538	877 5	693 1	163 9	57 4
Moyenne.	73.633	51.300	9.936	9.361	6.594	6.681	680 4	662 5	133 2	61 2

On voit que si la récolte brute des Collets roses est plus faible que celle des Globes à petites feuilles, le poids de matière sèche est peu différent; les Collets roses renferment un peu plus de sucre et un peu moins de matière azotée que les Globes et enfin ils sont plus pauvres en nitrates. Il n'y aurait pas de différences assez marquées pour qu'on puisse proclamer absolument la supériorité d'une de ces deux variétés sur l'autre, si on n'avait pas présentes à l'esprit les considérations que nous avons exposées plus haut. En semant des Collets roses, on est certain, quelle que soit la saison, d'avoir des racines d'une composition constante, tandis qu'en employant les Globes on reste absolument à la merci d'une bonne répartition de la pluie ; pendant les années sèches les Globes seront de bonne qualité, mais cette qualité baissera pendant les années humides.

§ 10. — *Rendements à l'hectare des betteraves de MM. Berthault et Claudel et d'une ferme voisine.*

Nous venons de voir que nous restons indécis dans le conseil à donner aux cultivateurs, au sujet de la variété à semer; les Collets roses ne surpassent que médiocrement les Globes à petites feuilles; dans leurs cultures, MM. Berthault et Claudel ont introduit une variété qui, à l'analyse, a montré une composition remarquable, et si nous combinons les nombres obtenus avec le rendement à l'hectare, nous allons être fixés sur la valeur;

en calculant, en outre, la composition d'un hectare de Collets roses, d'Ovoïdes des Barres et de Tankards croissant à de grands écartements, nous allons en tirer des renseignements précieux.

Rendement et composition à l'hectare des betteraves de MM. Berthault et Claudel et d'une ferme voisine.

	FAIBLES ÉCARTEMENTS			GRANDS ÉCARTEMENTS
	Brabant à collet vert.	Collets roses.	Ovoïdes des Barres.	Tankards.
	kil	kil.	kil.	kil.
Rendements à l'hectare.	48.900	54.400	52.750	48.000
Matière sèche à l'hectare.	10.245	9.356	8.756	5.856
Sucre à l'hectare. . . .	7.237	5.984	5.697	3.696
Matière azotée à l'hectare	640	609	550	322
Nitrate de potasse à l'hectare.	35.2	78.3	75.7	103.6

Les rendements à l'hectare pour les semis à faibles écartements ne sont pas très élevés, et il n'y a pas lieu de s'en étonner; ainsi qu'il a été dit, la pièce sur laquelle l'expérience a été disposée n'est pas très bonne, et en outre, on s'est abstenu de distribuer du nitrate de soude ; cependant il est à remarquer que les Collets roses donnent pour la matière sèche un poids à peu près égal à celui qui figure comme moyenne de nos expériences de 1894, 1896 et 1897; l'Ovoïde des Barres est décidément inférieur à la Globe à petites feuilles. Nous trouvons moins de sucre, moins de matières azotées et moins de salpêtre dans les Collets roses de MM. Berthault et Claudel que dans les nôtres; il en est de même pour les Ovoïdes des Barres, qui, ainsi qu'il a été dit déjà, sont décidément inférieurs aux Globes. En revanche, les Brabants à Collets verts sont infiniment supérieurs aux Collets roses. Nous comptons, pendant l'année 1898, mettre en expérience cette variété; si les résultats constatés cette année par MM. Berthault et Claudel se confirment, il n'y aura pas à hésiter à conseiller le semis de cette excellente variété qui donne un poids de matière sèche, de sucre et de matière azotée plus fort qu'aucune de celles que nous avons semées jusqu'à présent.

Quand on compare la composition de la récolte des Tankards cultivés aux grands écartements, à celle des Brabants semés en lignes serrées, on est stupéfait des différences qu'elles présentent. Dans des terres semblables, on peut obtenir une fumure d'un

cinquième plus faible, 10 tonnes de matière sèche à l'hectare au lieu de 5.8, un poids de sucre et de matière azotée double et perdre trois fois moins de salpêtre; et ces différences sont dues tout simplement au choix de la variété et au mode de semis employé. Dira-t-on que les travaux de nettoyage du sol, de placement des betteraves sont plus coûteux lorsqu'on sème en lignes rapprochées, nous n'y contredisons pas; mais quelques exigences que montrent les journaliers, pour travailler les racines serrées, elles n'atteindront jamais à la différence de valeur qu'on trouve entre les mauvaises Tankards obtenues sur la ferme et les excellentes Brabants, du champ d'expériences de MM. Berthault et Claudel.

§ 11. — *Influence des fumures.*

Pour les deux variétés Collet rose et Globe, l'addition du nitrate de soude au fumier a fait monter le rendement brut et le rendement en matière sèche. L'addition de la terre nitrifiante sur les Collets roses a déterminé un accroissement marqué de la récolte brute, mais très faible de la matière sèche. La terre nitrifiante n'a pas agi sur les globes. Elle est, pour les trois variétés, très inférieure au nitrate de soude.

Son action n'est pas sensible sur la quantité de sucre formée ; si pour les Collets roses, il y a un peu plus de sucre à l'hectare après l'épandage de la terre nitrifiante qu'après l'emploi du fumier seul, on observe un résultat inverse pour les Globes.

L'influence fâcheuse qu'exerce habituellement le nitrate de soude sur la production du sucre n'a pas été sensible cette année, et comme il a déterminé une augmentation sensible du poids de la récolte pour les trois variétés, la quantité de sucre produite à l'hectare atteint le maximum, quand au fumier est venu s'ajouter du nitrate de soude. L'influence de cet engrais est encore sensible sur la quantité de matière azotée produite à l'hectare et aussi sur la quantité de nitrate de potasse contenue dans les récoltes. Quand on examine la dernière colonne du tableau n° IV, on peut même supposer que l'action des terres nitrifiantes n'a pas été nulle, car, dans les deux cas où la comparaison est possible, on trouve plus de matière azotée et plus de nitrates dans les racines qui ont crû sur les parcelles où ces terres nitrifiantes sont venues s'ajouter au fumier, que dans celles qui ont reçu le fumier seul.

Les racines qui ont reçu le nitrate de soude ne sont pas d'une qualité inférieure à celle des betteraves qui en ont été privées, et comme dans un cas on a augmenté la récolte de 7,500 kilos dans l'autre, de 6,300 kilos, que cette augmentation a été obtenue par l'épandage de 40 francs de nitrate de soude, il faudrait que les betteraves ne valussent que 5 fr. 30 ou 6 francs la tonne pour que cet épandage n'eût pas été avantageux. Or, on estime d'ordinaire les betteraves fourragères à 15 francs la tonne, c'est-à-dire à un chiffre trois fois supérieur à ce qu'à coûté le nitrate employé. On peut encore calculer autrement et dire que le supplément de récolte a été de 7 tonnes 5 à 15 fr. ou 112 fr. 50, ou encore de 6 tonnes 3, c'est-à-dire de 94 fr. 50, et comme ces deux sommes ont été obtenues par une dépense de 40 francs, on a réalisé, par l'emploi du nitrate de soude, un gain supérieur de 72 fr. 50 ou de 54 fr. 50 à celui qu'on a fait en se bornant à répandre du fumier.

DEUXIÈME PARTIE

BETTERAVES A SUCRE

§ 12. — *Disposition des expériences.*

Les expériences qui ont porté sur les betteraves Vilmorin ou sur celles qui nous ont été envoyées de Bohême par les soins de M. Wohanka ont été établies régulièrement sur des parcelles préparées pour recevoir des betteraves. Il n'en a plus été de même pour les cultures qui ont porté sur les graines Mette; on nous a demandé tardivement de faire l'essai de ces graines; nous n'avions plus de parcelles sortant de blé et nous avons semé après trèfle; nous courrions de grands risques en opérant ainsi, car les sols de trèfle sont très souvent garnis d'insectes qui dévorent les jeunes plans de betteraves; c'est précisément ce qui nous est arrivé. La levée a été très irrégulière sur **29**, **30**, **66** et **69** et on s'est décidé à faire un nouvel ensemencement le 4 juin. Bien qu'il y eût quelque manque sur **31** et **32**, on ne jugea pas à propos de procéder à un nouveau semis. Les rendements se sont ressentis de ces accidents et les expériences qui ont porté sur ces graines ne peuvent donner que des renseignements sur la qualité des racines et nullement sur la valeur réelle des graines ensemencées.

Les Vilmorins et les Wohankas, ont été distribuées en trois

séries qui ont reçu uniformément 50 tonnes de fumier par hectare, auxquels sont venus s'ajouter pour **2**, **7** et **13** de la terre nitrifiante, pour **3**, **9** et **15**, 200 kilos par hectare de nitrate de soude ; sur **1**, **8** et **14**. on n'a rien ajouté au fumier.

Les graines Mette ont été distribuées en trois séries correspondantes aux sortes désignées par les étiquetages. Sur **29** et **30** on avait répandu 50 tonnes de fumier, **29** a reçu en outre la terre nitrifiante et **30** la valeur de 200 kilos de nitrate de soude ; **31** n'a eu que la terre nitrifiante sans fumier, **32** la valeur de 200 kilos de nitrate de soude ; enfin **64** et **69** ont eu 25,000 kilos de fumier ; on a répandu, en outre, sur **64** de la terre nitrifiante et **69** 200 kilos de nitrate de soude.

§ 13. — *Composition des betteraves de sucrerie.*

Les graines semées cette année, à Grignon, ont fourni des racines de même nature, d'une richesse remarquable, mais d'une structure irrégulière ; à côté de racines bien conformées, pivotantes, allongées, on en trouvait beaucoup d'autres fourchues, de telle sorte que si on les avait portées à une sucrerie, le déchet eût été considérable. En réalité toutes les betteraves de sucrerie proviennent de la betterave de Silésie, et la plupart dérivent des sujets améliorés par Louis de Vilmorin, il y a plus de cinquante ans, de telle sorte que toutes ces racines ont de profondes ressemblances, et si on avait enlevé les étiquettes des divers lots rassemblés sur les parcelles, on aurait pu les confondre.

Si on examine la première colonne du tableau VI, celle qui donne la teneur en matière sèche des racines, on la trouve très élevée, elle est partout supérieure à 21, atteint une fois 25, et reste habituellement entre 22 et 23, les différences entre les graines sont minimes.

La densité du jus est toujours supérieure à 1,070, à 7 degrés comme on dit dans les sucreries, elle atteint 8 très souvent et une fois 9 degrés ; naturellement la teneur en sucre déterminée au saccharimètre est très considérable.

Cette haute teneur en sucre des betteraves doit être attribuée surtout à la sécheresse relative des mois de septembre et d'octobre.

Nous avons fondu dans le petit tableau suivant les chiffres trouvés pour chacune des graines.

TABLEAU VI. — Composition centésimale des betteraves de sucrerie.

NUMÉROS DES PARCELLES	VARIÉTÉS	CULTURE ET FUMURE EN 1896.	FUMURE EN 1897.	MATIÈRE SÈCHE p. 100	DENSITÉ du JUS	SUCRE p. 100.		AZOTE p. 100 de matière sèche.		MATIÈRE AZOTÉE p. 100		NITRATE DE POTASSE p. 100.	
						de jus.	de betteraves.	organique.	nitrique.	de matière sèche.	de betteraves.	de matière sèche.	de betteraves.
1	Vilmorin amélioré . . .	Blé. 200 k. nitrate de soude.	50,000 k. fumier. . .	23.3	1.080	18.4	17.3						
2	— . . .	— —	50,000 k. fumier. Terre nitrifiante.	22.3	1.077	17.7	16.6	0.94	0.028	5.87	1.31	0.202	0.045
3	— . . .	— —	50,000 k. fumier. 200 k. nitrate de soude. .	21.3	1.075	17.0	16.0						
7	Wohanka n° 1	Blé. 200 k. nitrate de soude.	50.000 k. fumier. 200 k. Terre nitrifiante. .	23.4	1.081	18.8	17.7						
8	—	— —	50,000 k. fumier. . .	23.7	1.081	18.8	17.7	0.80	0.027	5.00	1.15	0.195	0.045
9	—	— —	50,000 k. fumier. 200 k. nitrate de soude. .	22.1	1.077	17.9	16.8						
13	Wohanka n° 2	Blé. 100 k. nitrate de soude.	50,000 k. fumier. Terre nitrifiante.	23.4	1.083	19.1	17.9						
14	—	— —	50,000 k. fumier. . .	25.1	1.090	20.7	19.5	0.91	0.034	5.69	1.36	0.245	0.058
15	—	— —	50,000 k. fumier. 200 k. nitrate de soude. .	23.1	1.086	19.6	18.4						
29	Mette MV	Trèfle. Sans engrais.	50,000 k. fumier. Terre nitrifiante	22.2	1.080	18.1	17.0	1.12	0.027	7.00	1.55	0.195	0.043
30	—	— —	50,000 k. fumier. 200 k. nitrate de soude. .	22.1	1.079	17.8	16.7						
31	Mette MKV.	Trèfle. Sans engrais.	Terre nitrifiante . . .	23.0	1.081	18.3	17.2						
32	—	— —	200 k. nitrate de soude.	21.7	1.075	16.9	15.9	1.11	0.032	6.94	1.55	0.230	0.051
66	Mette MSP	Trèfle. Sans engrais.	25,000 k fumier. Terre nitrifiante.	23.7	1.084	18.9	17.8	1.20	0.030	7.50	1.76	0.216	0.051
69	—	— —	25,000 k. fumier. 200 k. nitrate de soude.	23.2	1.081	18.3	17.2						

Densité du jus et richesse en sucre des betteraves provenant de diverses graines.

	Densité	Sucre p. 100	
	du jus.	de jus.	de betteraves.
	—	—	—
Vilmorin améliorée.	7°,7	1.7	16.6
Wohanka n° 1.	7°,9	18.5	17.4
Wohanka n° 2	8°,6	19.8	18.6
Mette MV.	7°,9	17.9	16.8
Mette MKV	7°.6	17.6	16.5
Mette MSP	8°,2	18.6	17.4

C'est donc la Wohanka n° 2 qui se place au premier rang, puis Mette MSP, puis Wohanka n° 1, Mette MV, Vilmorin et enfin Mette MRV, mais les différences sont minimes. Les betteraves Mette se sont trouvées un peu plus chargées de matières azotées que les Vilmorins et les Wohankas, c'est Wohanka n° 6 qui renferme le moins de matières azotées; la teneur en nitrate de potasse est partout très faible; nous avons toujours observé que les racines peu aqueuses renferment beaucoup moins de salpêtre que celles qui sont gonflées d'eau, et les nombreuses analyses que renferme ce mémoire fournissent des exemples très nets de ces différences de composition.

Influence de la fumure. — L'influence de la fumure sur la teneur des racines en matière sèche est très sensible, elle l'est également sur la teneur en sucre.

Influence de la fumure sur la teneur des betteraves en matière sèche et en sucre.

	Matière sèche p. 100 de betteraves.	Sucre p. 100 de betteraves.
	—	—
Fumier seul	24.0	18.2
Fumier et terre nitrifiante	23.0	17.8
Fumier et nitrate de soude.	22.2	17.1

La comparaison n'est plus aussi facile pour les betteraves Mette, mais il suffit de jeter les yeux sur le tableau pour constater des faits analogues aux précédents.

Il est donc démontré une fois de plus que l'excès de fumure azotée abaisse la teneur en sucre des betteraves, mais que cependant, quand on sème des graines de bonne qualité, on obtient encore, pendant les années favorable, malgré l'application de très fortes fumures, des racines d'une grande densité.

§ 14. — *Rendements à l'hectare.*

Ils sont inscrits au tableau n° VII. Il est entendu, ainsi qu'il a été dit plus haut, que les betteraves Mette ayant été placées dans de mauvaises conditions, ayant été semées une première fois tardivement, puis détruites, puis semées de nouveau, n'ont pas acquis leur développement normal, et qu'il n'y a pas à tenir compte de la faiblesse de leurs rendements.

Nous n'avons fait figurer ces rendements au tableau que pour montrer une fois de plus combien les rendements sont réduits quand les ensemencements sont retardés.

Il faut donc borner les comparaisons aux Vilmorins et aux Wohankas; le rendement des premières est supérieur à celui des secondes; toutefois comme les Wohankas présentent une richesse en sucre supérieure à celle des Vilmorins, il faut combiner les rendements avec la teneur en sucre des racines, pour arriver à bien établir leur valeur; c'est ce qu'il est facile de faire en prenant la moyenne des nombres inscrits au tableau n° VII; on trouve ainsi :

Sucre produit à l'hectare par les diverses variétés.

	Kilos.
Wohanka n° 2	7.032
Vilmorin améliorée	6.268
Wohanka n° 1	6.088

Il est curieux de constater que, pendant cette même année 1897, les Globes à petites feuilles ont produit, à l'hectare : 6,609 kilos de sucre et les Collets roses, 6,538, c'est-à-dire autant que la moyenne des betteraves à sucre et qu'en outre les Brabants en ont donné 7,237 kilos.

Quand bien même au reste les betteraves *demi-sucrières* ne renfermeraient pas plus de sucre que les racines actuellement recherchées par les sucreries, il ne serait pas indifférent de semer l'une ou l'autre des variétés, et il y aurait un véritable intérêt à modifier encore une fois la loi qui régit la fabrication du sucre et qui fait porter l'impôt sur les betteraves mises en œuvre.

Visiblement, c'est le mode de perception de l'impôt qui oblige les cultivateurs à semer des racines d'une haute richesse, puisque c'est seulement avec ces variétés que les fabricants peuvent obtenir les *excédents*, c'est-à-dire la part d'impôt qui est souvent,

TABLEAU VII. — Rendement et composition à l'hectare des betteraves à sucre.

NUMÉRO DE LA PARCELLE	VARIÉTÉS	CULTURE ET FUMURE EN 1896.	FUMURE EN 1897.	RENDEMENT à l'hectare.	MATIÈRE sèche à l'hectare.	SUCRE à l'hectare.	AZOTE ENLEVÉ A l'hectare. organique.	AZOTE ENLEVÉ A l'hectare. nitrique.	MATIÈRE azotée produite à l'hectare.	NITRATE de potasse enlevé à l'hectare.
				kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
1	Vilmorin amélioré . . .	Blé. 200 k. nitrate de soude.	50,000 k. fumier.	39.100	9.110	6.764				
2	— — . . .	— —	50,000 k. fumier. Terre nitrifiante.	40.000	8.920	6.640	83 4	2 49	521 2	18 7
3	— — . . .	— —	50,000 k. fumier. 200 k. nitrate de soude. . . .	40.000	8.600	6.400				
7	Vohanka nº 1	Blé. 200 k. nitrate de soude.	50,000 k. fumier. Terre nitrifiante	38.100	8.915	6.743				
8	—	— —	50,000 k. fumier.	36.200	9.006	6.407	69 2	2 33	432 5	16 8
9	—	— —	50,000 k. fumier. 200 k. nitrate de soude. . . .	36.400	8.046	6.115				
13	Vohanka nº 2	Blé. 100 k. nitrate de soude.	50,000 k. fumier. Terre nitrifiante	37.300	8.728	6.676				
14	—	— —	50,000 k. fumier.	39.700	9.964	7.741	82 1	3 06	513 1	22 1
15	—	— —	50,000 k. fumier, 200 k. nitrate de soude. . . .	36.300	8.385	6.679				
29	Mette M. V.	Trèfle. Sans engrais.	50,000 k. fumier. Terre nitrifiante	23.000	6.238	4.777				
30	—	— —	50,000 k. fumier. 200 k. nitrate de soude. . . .	26.100	5.746	4.342	67 1	1 62	419 4	11 7
31	Mette M. K. V.	Trèfle. Sans engrais.	Terre nitrifiante.	30.900	7.107	5.305				
32	—	— —	200 k. nitrate de soude .	27.100	5.881	4.309	72 1	2 07	450 6	14 9
66	Mette M. S. P.	Trèfle. Sans engrais.	25,000 k. fumier. Terre nitrifiante.	23.000	5.451	4.064				
69	—	— —	25,000 k. fumier. 200 k. nitrate de soude. . . .	26.100	6.055	4.094	69 0	1 73	431 2	12 5

quand le sucre est à bas prix, la seule source où ils puisent quelques bénéfices.

Il se trouve malheureusement que ces betteraves riches sont peu prolifiques, que les récoltes à l'hectare sont faibles et, par suite, que le poids de sucre produit à l'hectare est peu élevé.

Si en 1897, les betteraves à collet rose et même les fourragères ont donné la même quantité de sucre que les racines dites sucrières, il n'en a plus été ainsi en 1896, et cette année là, ce sont précisément les Vilmorins qui ont produit le moins de sucre à l'hectare.

Il est bien à remarquer, en outre, que les betteraves ne donnent pas seulement du sucre, mais aussi des pulpes et qu'avec les graines Vilmorin ou Wohanka, on a de 400 à 500 kilos de matière azotée dans la récolte, tandis qu'avec les Collets roses on obtient 693 et 877 avec les Globes, de telle sorte que certainement des pulpes, provenant des Collets roses, fourniraient au bétail un aliment plus substantiel que celui que donnent les betteraves sucrières.

L'impôt n'a été établi sur la betterave que pour vaincre la routine des fabricants et des cultivateurs qui n'ont pas su établir leurs marchés à prix variable avec la densité, tant qu'on ne les a pas forcés de le faire, mais aujourd'hui que l'habitude est prise d'acheter les racines à prix variable avec leur richesse, on pourrait sans crainte rétablir l'impôt sur le sucre achevé; les cultivateurs sèmeraient des racines demi-sucrières qui produiraient, ainsi que nous venons de le voir pour les Brabants, plus de sucre que les racines riches et donneraient, en outre, des pulpes de meilleure qualité que celles que fournissent actuellement les sucreries.

Il est manifeste qu'il serait très important de remettre en discussion un mode de perception de l'impôt, qui favoriserait davantage la production du sucre et des aliments destinés au bétail [1].

J'ai été aidé avec beaucoup de zèle dans ce long travail, en 1895 et 1896, par M. Marcille, actuellement chimiste à la Station agronomique de Tunis, et en 1897, par M. Dupont, chimiste de la Station agronomique de Grignon, et je les remercie de leur concours aussi habile que zélé.

1. Voyez sur ce sujet : *Les plantes de grande culture*, p. 232, Carré et Naud.

REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Physiologie végétale.

Sur l'absorption de matières organiques par les racines, par M. J. Laurent[1]. — La question abordée par l'auteur est encore actuellement très discutée. Autrefois, de Saussure, dans ses *Recherches chimiques sur la végétation*, avait constaté que diverses plantes, plongées dans une solution sucrée, avaient absorbé une certaine quantité de cette substance. Avec Liebig, on était revenu à la croyance de l'assimilation exclusive du carbone végétal par la fonction chlorophyllienne. M. Duclaux, dans ses expériences sur la germination dans un sol riche en matières organiques, mais privé de microbes, a montré que les racines de diverses légumineuses peuvent absorber une petite proportion de caséine, de saccharose et d'amidon cuit. Des végétaux inférieurs, tels que des algues, ont pu être alimentés au moyen de composés organiques.

En outre, à bien des reprises différentes, et dans ce recueil même, M. Dehérain et M. Bréal ont insisté sur l'assimilation par les plantes des matières humiques[2].

M. J. Laurent a voulu apporter sa contribution à ces études intéressantes et il a commencé par rechercher l'absorption du glucose et du sucre interverti par le maïs. Des graines de maïs, stérilisées au bichlorure de mercure, ont été mises à germer sur une solution minérale nutritive additionnée ou non de glucose ou de sucre interverti, dans des vases recouverts d'une cloche à trois tubulures fermées avec des tampons de coton, de façon à maintenir stérilisé tout l'intérieur de l'appareil. Dans ces conditions, le maïs se développait mieux et donnait un feuillage d'un vert beaucoup plus sombre dans les solutions renfermant de la matière organique que dans les autres. A la fin de l'expérience, on a fait l'examen du liquide nutritif et on a déterminé le poids des végétaux. On a trouvé que la quantité de sucre absorbée est en rapport avec le poids sec de la plantule et on a remarqué « que les matières sucrées absorbées sont utilisées et qu'une grande partie doit être rejetée sous forme de gaz carbonique, puisque leur poids peut atteindre ou même dépasser sensiblement le poids sec de la plante ». L'auteur se propose d'ailleurs de continuer ces intéressantes expériences.

A. Hébert.

Influence de diverses substances et influence de l'oxygène sur la formation de la chlorophylle, par M. W. Palladine[3]. — L'auteur a déjà

1. Comptes Rendus, t. CXXV, p. 887.

2. Voyez notamment Bréal. *Alimentation des végétaux par l'humus et les matières organiques*, XX, p. 353 et Dehérain. *La transpiration des végétaux et l'emploi des engrais*, t. XVIII, p. 465.

3. Comptes Rendus, t. CXXV, p. 827.

montré que les feuilles étiolées, détachées d'une plante ne deviennent vertes à la lumière que si elles renferment des hydrates de carbone. Dans le travail que nous signalons maintenant, M. Palladine a cherché à nourrir des feuilles étiolées de haricots et de fèves avec divers hydrates de carbone et il a observé leur verdissement. Les feuilles ont été placées pendant deux jours dans l'obscurité sur de l'eau bouillie afin d'enlever les dernières traces des hydrates de carbone naturels; un lot a été ensuite placé à la lumière sur de l'eau pure et d'autres lots ont été exposés à la même lumière sur des solutions des diverses substances. Les résultats de ces expériences ont été les suivants :

« 1° Certaines substances favorisent la formation de la chlorophylle : saccharose, raffinose, glucose, fructose, maltose, glycérine, galactose, lactose, dextrine;

2° D'autres substances n'exercent aucune action sensible sur le verdissement : inuline, tyrosine;

3° D'autres enfin retardent ou empêchent complètement la formation de la chlorophylle : mannite, dulcite, asparagine, urée, alcool, chlorhydrate d'ammoniaque, acide quinique. »

L'auteur a aussi constaté que, si des feuilles étiolées, placées dans l'obscurité pendant deux jours sur une solution de saccharose, étaient entassées dans une éprouvette exposée à la lumière, la partie supérieure verdissait rapidement alors que la portion inférieure restait jaune, ce qui montre que la chlorophylle ne prend naissance que si les tissus végétaux reçoivent plus d'oxygène qu'il ne leur en faut pour la respiration. A. HÉBERT.

Etude de la transformation des matières sucrées en huile dans les olives, par M. C. GERBER [1]. — L'auteur, en s'aidant des analyses faites par de Luca, il y a près de quarante ans, et du quotient respiratoire qu'il a déterminé, a cherché à fixer le mécanisme de la transformation des substances sucrées en huile dans les olives [2].

On sait que le quotient respiratoire, c'est-à-dire le rapport $\frac{CO^2}{O}$ de l'acide carbonique émis à l'oxygène absorbé, ne peut être supérieur à l'unité que dans le cas de la formation d'acides organiques (tartrique, citrique, malique), de la production d'alcool et enfin de celle de matières grasses.

M. Gerber a montré que le quotient respiratoire $\frac{CO^2}{O}$ des olives est inférieur à l'unité pendant le jeune âge, pendant lequel on constate dans les fruits l'existence d'une forte proportion de mannite et d'une faible quantité de corps gras. Le rapport, au contraire, devient supérieur à l'unité quand les olives grossissent, deviennent rouge violacé et contiennent beaucoup de corps gras et peu de mannite.

Or, l'augmentation du quotient respiratoire ne peut être attribuée à la

1. *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 658.
2. Voir aussi à ce sujet le beau mémoire de Godlewski. *Annales agronomiques*, t. IX, p. 37.

formation d'acides organiques ni d'alcool qui n'existent pas dans les olives. D'autre part, si la mannite était simplement oxydée, d'après la réaction :

$$C^6H^{14}O^6 + 13O = 6CO^2 + 7H^2O,$$

le rapport $\frac{CO^2}{O}$ serait égal à 0,92 et inférieur à 1.

On doit donc supposer que l'huile formée provient d'une transformation, de la mannite, suivant les idées de M. Gautier et vraisemblablement d'après l'équation :

$$11C^6H^{14}O^6 = \underbrace{C^{51}H^{94}O^6}_{\text{Margaro-oléine}} + 30H^2O + 15CO^2.$$

Recherches sur la formation des réserves oléagineuses des graines et des fruits, par M. C. Gerber [1]. — L'auteur, continuant ses recherches précédentes sur la formation des matières grasses végétales, a constaté sur les graines des ricins, des amandes douces, du pêcher, les mêmes phénomènes que pour les olives, et a pensé pouvoir conclure d'une façon générale que les graisses végétales proviennent d'une transformation des matières sucrées produites sous l'influence de la fonction assimilatrice [2].

A. Hébert.

Puissance d'assimilation des diverses plantes vis-à-vis des phosphates minéraux, par Constant Schreiber [3]. — Pendant six années consécutives on a poursuivi à la station agronomique de Hanselt, des expériences nombreuses et soignées. Elles ont mis en évidence que l'action des phosphates minéraux sur la végétation est, en général, faible quand on la compare à celle des scories ou des superphosphates. Cette action est d'ailleurs variable : 1° avec la nature du sol ; 2° avec l'espèce de la plante.

On a, autant que possible, étudié séparément l'influence de ces deux facteurs.

L'avoine a été cultivée dans les sols les plus divers. Dans le sable de la Campine, totalement dépourvu de substances organiques, le pouvoir d'assimilation de cette plante vis-à-vis des phosphates minéraux est nul ; il est peu important dans les argiles (de Herck) et même dans les terres provenant de prairies défrichées. Dans certains sols très acides provenant du défrichement de bruyère, les phosphates minéraux produisent parfois de bons effets ; mais c'est dans la tourbe que leur action est le plus efficace.

Pour ce qui concerne le pouvoir d'assimilation des plantes diverses, qui jusqu'à présent n'a presque pas été étudié, on a institué des essais en pots. Ceux-ci ont montré que la plupart des plantes étudiées (il y en avait vingt-neuf appartenant à six groupes les plus importants pour la culture), ne dissolvent que très faiblement les phosphates minéraux.

Le tableau suivant donne la mesure de l'action exercée par les phosphates

1. *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 732.

2. Sur ce sujet, le lecteur consultera avec fruit un très bon mémoire de M. A. Muntz. *Ann. des sciences naturelles. Botanique*, 7e série, t. III, p. 45, où l'on voit un sucre réducteur continu dans les ciliques du colza diminuer à mesure que l'huile apparaît dans la graine.

3. *Biedermann's Centralblatt*, 1897, p. 803.

minéraux sur un certain nombre de ces plantes. Les chiffres indiquant l'excédent de récolte, en matière sèche, obtenu quand on ajoute au sol un quart de gramme d'acide phosphorique sous forme de phosphates minéraux :

	gr.		gr.
Blé	0 00	Trèfle blanc	3 50
Epeautre	0 00	Trèfle rouge	4 25
Seigle	0 00	Luzerne	5 40
Orge	0 00	Betterave à sucre	5 50
Avoine	0 00	Sarrasin	6 95
Fléole des prés	0 00	Pommes de terre	7 70
Ray-grass	0 45	Maïs	9 00
Tabac	0 45	Vesces de printemps	9 50
Lin	0 55	Choux	10 00
Serradelle	1 45	Pois	2 80
Trèfle incarnat	1 70	Moutarde blanche	21 05
Carotte	2 15	Chanvre	21 85
Spergule	15 70		

A. M.

Action des différentes couleurs du spectre solaire sur la végétation, par M. C. Flammarion[1]. — L'auteur a cultivé diverses plantes, sous des châssis à vitres colorées, et a comparé les résultats obtenus avec ceux qui se rapportaient aux mêmes plantes poussant sous du verre incolore. Les observations ont porté sur des sensitives, géraniums, fraisiers, pensées, maïs, et sur du ray-grass. Les chiffres suivants se rapportent au maïs :

	Hauteur de la plante.	Poids de la plante.
Sous verre blanc	1m,20	111gr,00
— rouge	0 ,60	7 ,5
— vert	0 ,25	3 ,5
— bleu	Pas de végétation.	

Les résultats ont également été très nets pour les sensitives, mais le rouge et le vert se montrent plus favorables que le blanc.

La germination du ray-grass est plus lente en lumière monochromatique qu'en lumière blanche; la lumière bleue est la plus défavorable et n'a pas tardé à causer la mort de toutes les plantules, le développement des racines était d'ailleurs presque nul; il est faible en lumière rouge ou verte.

En général, la germination se fait dans l'ordre: blanc, rouge, vert, bleu. Mais après germination, les couleurs doivent être classées autrement; si l'on considère seulement la longueur des tiges, on trouve que le rouge est le plus favorable; puis viennent le vert, le blanc et le bleu. S'il s'agit du bon état général de la plante, on obtient l'échelle rouge, blanc, vert, bleu.

Les fleurs obtenues sous des cloches colorées ont des teintes anormales. Des fruits, pommes, pêches, cerises, fraises, mûris dans ces conditions, restent incolores, sont très aqueux et n'ont que très peu de goût.

Lorsque la première partie de ce travail a été communiquée à l'Académie

1. *Bull. Minis. Agricult. de France*, t. XV (1896), n° 2, p. 273.

des sciences, M. A. Gautier a donné les résultats d'expériences semblables entreprises douze ans auparavant; des légumineuses, des renonculacées et des iris végètent assez bien en lumière rouge, moins bien en lumière jaune, s'étiolent dans le violet et meurent lorsqu'elles sont éclairées uniquement par de la lumière verte. E. D.

Observation. — Dans les recherches de cette nature, il est intéressant de déterminer le poids de la matière sèche que renferment les jeunes plantes: c'est seulement par ces pesées qu'on peut voir si les diverses radiations permettent ou non l'assimilation.

Végétation avec et sans argon, par M. Th. SCHLŒSING fils[1]. — On sait qu'il y a quelques années, MM. Rayleigh et Ramsay ont isolé de l'air atmosphérique un nouveau corps simple gazeux, remarquable par des propriétés chimiques négatives, encore plus prononcées que celles de l'azote, et qu'ils ont dénommé argon. Ce gaz existe dans l'atmosphère à la teneur de 1 p. 100 environ. Il était intéressant de constater si ce gaz jouait un rôle dans les phénomènes végétaux.

Pour cela, M. Schlœsing fils a fait pousser de l'avoine et de la houque laineuse en vase clos, au sein d'atmosphères artificielles composées d'azote, d'oxygène et d'acide carbonique synthétiques, avec ou sans addition d'argon. L'aspect général des plantes a été le même pour les deux sortes de lots; l'argon ajouté a été retrouvé entièrement inutilisé à la fin de la végétation; enfin le rapport $\frac{CO^2}{O}$ de l'acide carbonique consommé à l'oxygène produit par les plantes est resté sensiblement le même dans les deux séries d'expériences avec et sans argon.

Ces résultats semblent donc bien montrer que l'argon ne joue pas de rôle appréciable dans la végétation. A. HÉBERT.

Sur la durée de la vitalité des graines, par M. A. BURGERSTEIN[2]. — On a examiné le pouvoir germinatif de graines âgées de un à dix ans. Les essais étaient faits à une température comprise entre 19 et 26 degrés et duraient sept jours; on employait 100 à 200 graines, et souvent l'expérience était répétée une ou deux fois. Le tableau suivant donne la moyenne des observations :

	1 an.	2 ans.	3 ans.	4 ans.	5 ans.	6 ans.	7 ans.	8 ans.	9 ans.	10 ans.
Blé d'hiver	100	98	95	94	87	87	85	79	70	75
Seigle.	96	83	90	78	65	64	36	31	12	2
Orge d'été.	100	99	99	96	97	97	95	94	96	95
Avoine	98	87	98	95	94	93	94	94	92	93

D'autres tableaux sont relatifs à la vitalité de graines de la même récolte, mais d'âges différents, et aussi à la vitalité de graines de même âge, mais de récoltes différentes; dans ce dernier cas, on observe de très grandes divergences pour le pouvoir germinateur.

1. *Correspondances*, t. CXXV, p. 719
2. *Verhandl. zool.-bot. Gesel. Wien*, t. XLV, nº 10, p. 414.

La durée de la vitalité dépend : de la variété et de l'espèce de la graine, du degré de maturité au moment de la récolte, de la proportion d'eau dans la graine à la récolte et à l'époque de la germination, de la température à laquelle se fait la germination. E. D.

Nutrition azotée des plantes vertes, par M. T. Bokorny [1]. — On a recherché si les Spirogyres peuvent prendre leur azote dans les composés suivants : glycocolle, uréthane, éthylamine, triméthylamine, acide cyanurique, et sulfocyanate de potassium. Les plantes étaient mises à se développer dans des solutions de 1 p. 1000 de ces substances; les bases étaient préalablement saturées par de l'acide sulfurique, et l'acide cyanuriqne avait été neutralisé par de l'eau de chaux. Après un séjour très prolongé, les plantes sont soumises à l'action d'une solution de caféine pour rechercher l'albumine active. Lœw [2] a montré en effet que lorsque des plantes contiennent de l'albumine active, leur immersion dans des solutions étendues de caféine provoque l'apparition de petits globules incolores, les *protéosomes*. Seuls parmi les substances essayées, le glycocolle et l'uréthane se sont montrés capables de servir de nourriture azotée aux spirogyres. E. D.

Influence d'une nutrition azotée abondante sur l'assimilation et la respiration des végétaux, par M. H. Muller-Thurgau [3]. — Pour étudier l'influence d'une forte nutrition azotée sur l'assimilation et la respiration, l'auteur a fait pousser des pommes de terre et des betteraves à sucre sur des parcelles également fertiles; à la moitié de ces parcelles on donnait du nitrate de soude à plusieurs reprises. Les plantes abondamment pourvues d'azote devinrent très vigoureuses et avaient une teinte vert très foncé.

En ce qui concerne les pommes de terre, la quantité de chlorophylle s'était accrue dans la proportion de 100 à 260; les fleurs étaient plus nombreuses et le poids de tubercules était beaucoup plus fort lorsque l'engrais azoté était abondant; mais la proportion de sucre et d'amidon était plus faible que pour les plantes des parcelles pauvres en azote. On attribue ce dernier résultat à la végétation plus vigoureuse et plus active des plantes et à leurs besoins exagérés d'hydrates de carbone pour leur développement. La respiration des organes riches en azote est extrêmement active; ainsi 1 kilo de jeunes tubercules venus avec excès d'azote produisent 9 gr. 47 de gaz carbonique en dix heures à 20 degrés, le nombre correspondant pour des tubercules pauvres est seulement 0 gr. 38.

Pour les betteraves on obtient des résultats semblables. M. Müller-Thurgau conclut que l'abondance de nourriture azotée produit les effets suivants : accroissement de la surface des feuilles, augmentation de la proportion de chlorophylle, formation insuffisante d'amidon dans les feuilles, utilisation rapide de l'amidon existant, en général des matières de réserve, accroissement de la proportion de glucose et de la teneur en azote, exagération de la respiration et développement vigoureux de tous les organes.

E. D.

1. *Chem. Zeit.*, 20 (1896), n° 7, p. 53.
2. *Ann. Agr.*, t. XXI (1895), p. 438.
3. *Central. agr. Chem.*, 24, p. 454 et *Naturw. Rundschau*, 1896, n° 5, p. 62.

Sur l'absorption élective des substances organiques par les plantes, par M. W. Pfeffer[1]. — Les recherches ont porté principalement sur l'*Aspergillus niger* et le *Penicillium glaucum* auxquels on offrait deux composés carbonés, en proportion telle qu'un seul suffisait aux besoins de la plante. En employant un mélange de glucose et de glycérine, on trouve que ces deux corps sont utilisés, mais le glucose est pris de préférence; lorsque le sucre se trouve en faible quantité, il est complètement pris avant que la glycérine soit attaquée. L'acide lactique se comporte comme la glycérine. L'acide acétique est pris en plus forte proportion que la glucose.

En remplaçant le dextrose par des peptones on obtient des résultats analogues.

Les différentes moisissures essayées n'attaquent pas, de la même façon, un mélange des acides tartriques droit et gauche ; beaucoup absorbent l'acide droit, plusieurs semblent ne pas avoir de préférence et une seule a absorbé l'acide gauche en laissant de côté le droit. Les causes qui provoquent les préférences semblent tenir à des fonctions d'irritabilité.

L'auteur introduit l'expression « coefficient économique » pour désigner la quantité de matière sèche produite par 100 parties de nourriture absorbée. Ainsi, pour l'*Aspergillus*, la dextrose a pour coefficient 43, et la glycérine 20; pour le *Penicillium*, les chiffres sont : dextrose 33, et glycérine 15.

E. D.

Les nitrates sont-ils indispensables au développement des plants? par MM. O. Pitsch et J. Von Haarst[2]. — Pour étudier cette question, des terres ont été débarrassées de nitrates puis stérilisées ; il y avait alors 1 gr. 05 d'azote par kilogr. Dans des pots renfermant cette terre, on sema du blé et de l'avoine. Un certain nombre de pots étaient sans addition; d'autres recevaient 1 gr. 05 et 0 gr. 53 d'azote sous forme de sulfate d'ammoniaque, d'autres enfin une quantité équivalente de nitrate de soude. Avec la forte dose de sulfate d'ammoniaque, les récoltes ont été inférieures à celles obtenues sans addition d'azote ; avec une dose moindre les récoltes étaient semblables à celles des pots sans azote. Le nitrate de soude produisit, au contraire, des effets entièrement favorables. Le sulfate d'ammoniaque, à forte dose est moins nuisible, lorsqu'il est additionné de chlorure de potassium ou de sodium.

Il reste toujours à concilier ces résultats, et d'autres semblables, avec ceux obtenus dans l'expérience classique de M. Müntz. E. D.

Sur l'origine de la miellée, par M. G. Bonnier[3]. Voici les conclusions de ce travail.

Quoique la miellée soit surtout provoquée par les Aphidiens et les Cochenilles, elle peut cependant être due, à la plante elle-même dans certaines

1. *Pringsheim's Jahrb. urin. Bot.*, n° 28, p. 205 ; et *Botan. Gaz.*, 21 (1896), n° 3, p. 161.
2. *Landw. Vers. Stat.*, t. XLVI, n° 4, p. 357.
3. *Rev. Gén. Botanique*, 1896, p. 5.

conditions. La production directe peut être observée directement, les gouttelettes sont exsudées au travers des stomates.

La production de la miellée par les Aphidiens a lieu, pendant le jour et diminue la nuit, tandis que l'excrétion par la plante elle-même cesse généralement pendant le jour, étant maximum vers la fin de la nuit.

Des nuits fraîches, humides et sombres et des journées chaudes et sèches sont favorables à la production de la miellée végétale.

L'exsudation de solutions sucrées au travers des stomates peut être provoquée en plongeant les branches dans l'eau, puis en les maintenant à l'obscurité en atmosphère suturée.

Les abeilles ne prennent la miellée, surtout celle des Aphidiens que lorsqu'il y a pénurie de fleurs pour leur fournir du nectar.

La composition chimique des miellées de diverses plantes est très variable [1]. E. D.

Chimie agricole.

Contribution à l'étude de la nitrification dans les sols, par M. Schlœsing fils [2]. — Pour prospérer dans le sol, les organismes de la nitrification exigent, en dehors d'une température convenable et de la présence d'une base avec laquelle puisse se combiner l'acide nitrique formé, l'intervention d'une certaine proportion d'air et d'eau. L'auteur estime que, bien souvent, c'est cette dernière qui fait défaut dans les terres fortes composées d'éléments fins et qui nitrifient difficilement. L'eau, contenue dans la terre, si elle se trouve dans une proportion convenable, se répandrait en couches minces sur tous les éléments dont le sol est constitué et au-dessous d'une certaine limite, l'épaisseur de cette couche aqueuse deviendrait alors tellement faible que les microbes ne pourraient s'alimenter que difficilement.

Pour vérifier cette hypothèse, l'auteur a effectué un certain nombre d'expériences sur des terres artificielles, composées de quantités variables de sable, d'argile et de craie et en leur fournissant comme matière à nitrifier du sulfate d'ammoniaque.

M. Schlœsing a trouvé que les terres contenant plus de 25 p. 100 d'argile, c'est-à-dire renfermant une assez grande quantité d'éléments fins, nitrifient peu. Au-dessous de cette teneur, la nitrification est bien plus active. La proportion d'eau employée était de 9,5 p. 100.

En augmentant cette proportion de deux unités seulement dans les terres qui nitrifient faiblement, on arrive à y déterminer une nitrification complète, ce qui semblerait bien indiquer que c'est l'eau qui faisait défaut dans ces sols.

Pour expliquer ces phénomènes, l'auteur pense que, quand l'on a fait franchir à l'épaisseur des couches d'eau enveloppant les éléments du sol une certaine limite inférieure, les attractions capillaires retenant l'eau et les

1. M. Maquenne a reconnu dans la miellée du tilleul la présence d'environ 50 p. 100 de mélézitose (*Comptes rendus*, t. LXXVII (1893), p. 127.

2. *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 824.

principes dissous sur les éléments du sol sont devenues supérieures à l'osmose qui faisait pénétrer cette eau et les principes dans les cellules microbiennes qui ont cessé alors de pouvoir disputer leur nourriture aux éléments du sol. A. HÉBERT.

La diminution du pouvoir fertilisant du fumier de ferme sous l'influence des bactéries dénitrifiantes, par STUTZER [1]. — **Dénitrification et diminution de récolte par l'emploi du fumier de ferme frais**, par KRUGER et SCHNEIDWIND [2]. — **Controverse sur la même question**, par PFEIFFER et par STUTZER [3]. — Nous ne faisons que signaler ces articles. Ils n'apportent, en effet, aucun document vraiment nouveau sur le fond du sujet; c'est une question de priorité qui, en somme, s'y trouve discutée. Il reste établi que, dans certaines circonstances, les bactéries dénitrifiantes existant dans le fumier ou dans la terre, peuvent déterminer une perte considérable de l'azote disponible sous forme de nitrates et par suite amener un déficit sensible dans la récolte. Le cas se présente notamment quand les bactéries dénitrifiantes trouvent dans les matières que renferme le fumier des composés organiques susceptibles de leur servir de nourriture et par conséquent de source d'énergie. Ceci se produit de préférence dans le fumier frais, dont les composés organiques facilement solubles n'ont pas encore été détruit. Dans le fumier fait, l'absence de ces composés ne permet plus aux bactéries dénitrifiantes d'exercer leur influence nuisible. A. M.

Expériences sur le pouvoir absorbant des litières vis-à-vis du carbonate d'ammoniaque; par PASSERINI [4]. — On sait que c'est peu de temps après que les excréments ont quitté le corps de l'animal, que les pertes d'azote du fumier, sous forme de carbonate d'ammoniaque sont le plus intenses. Il est donc nécessaire que l'agriculteur empêche ces pertes dans l'étable même. Il peut employer pour cela deux moyens. Le premier consiste à répandre sur les litières des substances aptes à se combiner avec l'ammoniaque; telles, le plâtre, les superphosphates, les sels de potasse, le sulfate de fer. Le second moyen repose dans l'usage des litières absorbantes, et il est de beaucoup supérieur au premier. Il cause en effet une moindre dépense, provoque une absorption plus complète et n'entrave pas la fermentation du fumier.

Jusqu'à présent on a seulement étudié le pouvoir absorbant des litières vis-à-vis de l'eau, mais non en ce qui concerne le carbonate d'ammoniaque. Passerini s'est proposé de combler au moins partiellement cette lacune.

La méthode employée pour les recherches est simple. On prépare une dissolution titrée de carbonate d'ammoniaque et l'on en verse une quantité déterminée par un poids donné de la litière examinée. On abandonne en vase clos pendant deux heures; ce temps suffit, comme le démontre l'expérience. On détermine ensuite la quantité de carbonate d'ammoniaque absorbée.

1. *Deutsche lander Presse*, 1898, p. 9 et 27.
2. *Deutsche lander Presse*, 1898, p. 35.
3. *Deutsche lander Presse*, 1898, p. 52.
4. *Assi della R. Ac. dei Georgifili*, 1897, t. XX.

Passerini a étudié ainsi comparativement le pouvoir absorbant de diverses pailles de légumineuses, pailles de céréales, feuilles d'arbre, tourbe, terres, etc. Les pailles de céréales ont un pouvoir absorbant peu élevé et d'ailleurs quelque peu variable ; les pailles d'orge, d'avoine et de seigle sont les plus absorbantes.

Passerini a recherché s'il était possible d'augmenter le pouvoir absorbant des pailles en les coupant ou en les broyant. Le broyage augmente peu le pouvoir absorbant de la paille de blé ; mais, par contre, il accroît très notablement celui de la paille de maïs qu'il rend environ sept fois plus élevé.

Le pouvoir absorbant des pailles de légumineuses pour le carbonate d'ammoniaque est beaucoup plus élevé que celui des pailles de céréales.

Les feuilles d'arbres sèches ont un pouvoir absorbant qui dépasse celui de toutes les pailles. Ceci est dû, d'après Passerini, à leur teneur en acides (tannins et autres). Il faut toutefois excepter les aiguilles de pin. La mousse des bois prend place à côté des feuilles d'arbres. Toutefois, c'est la tourbe de bonne qualité qui possède le pouvoir absorbant le plus intense.

A. M.

Dans quelle mesure l'analyse chimique des plantes et des terres peut elle fournir des renseignements sur les besoins en potasse des sols? Contribution à l'étude de cette question, par Otto Lemmermann [1]. — Les essais ont été exécutés en partie dans le champ sur des parcelles de 5 ares environ et en partie dans des pots.

Dans les expériences en plein champ, les parcelles recevaient des fumures croissantes de kaïnite correspondant à 1,000 kilos et à 2,000 kilos de cet engrais à l'hectare. Plusieurs sols ont été essayés ainsi : on y cultivait des céréales, de l'avoine, du froment ou du seigle. La teneur de chaque sol en potasse était déterminée d'après la méthode adoptée par l'association des stations agronomiques allemandes. Cette méthode consiste essentiellement dans l'épuisement de la terre à analyser par l'acide chlorydrique à 10 p. 100. La potasse est dosée dans l'extrait ainsi obtenu.

Les essais en plein air ont permis de constater deux faits : Le premier consiste en ce que la teneur en potassse d'un sol déterminé comme il a été dit, ne renseigne pas suffisamment sur l'aptitude de ce sol à fournir une récolte normale. Il est nécessaire, en effet, de tenir compte de la plante cultivée. Ainsi Lemmermann a trouvé que, si un sol renferme 0,24 p. 100 de potasse, les engrais potassiques, la kaïnite qu'on peut y ajouter, n'apportent aucune modification sensible à la récolte quand la plante cultivée est l'avoine. La kaïnite détermine, au contraire, une augmentation considérable de la récolte et d'autant plus que la dose employée est plus grande, si l'on cultive le blé ou le seigle. Le résultat vient donc confirmer ce qu'on savait déjà : c'est que l'avoine est moins exigeante vis-à-vis des engrais potassiques que le blé ou le seigle.

Un second fait relevé dans ces expériences mérite d'être signalé. On pouvait s'attendre à ce que les plantes présentassent une matière sèche d'autant plus riche en potasse que la quantité de kaïnite ajoutée au sol avait été

1. *Landw. Versuchsstat.*, t. LXIX, 1897, p. 287, 339.

plus grande. Ce n'est pas cependant ce que Lemmermann a observé. Il n'a constaté aucune relation entre la teneur du sol en potasse et la teneur de la plante en ce même élément.

Passons maintenant aux essais en pots. Voici tout d'abord l'idée directrice qui guidait l'auteur. Nilson et Eggertz avaient reconnu, il y a quelques années, qu'on peut, au moyen d'acides très étendus, enlever à des sols les substances nutritives qu'utilisent les plantes, et cela à tel point que le sol devient stérile pour ces plantes. C'est ainsi qu'un sol naturellement fertile, après épuisement par l'acide chlorhydrique à 2 p. 100, devenait stérile pour l'orge. La stérilité pour l'avoine exigeait l'épuisement avec ce même acide à 4 p. 100, par conséquent plus concentré.

Dès lors, Lemmermann pensa qu'un épuisant des échantillons d'un même sol par l'acide chlorhydrique à des concentrations graduellement croissantes, on devait pouvoir déterminer le moment exact où le sol devenait stérile pour les plantes par manque de potasse. Il suffisait, en effet, de faire des essais de culture dans ces sols diversement épuisés en ajoutant toutes les matières nutritives faisant défaut, à l'exception, bien entendu, de la potasse. La teneur du sol en potasse, trouvée avec l'acide dont la concentration correspond à la stérilité du sol, représente la teneur nécessaire pour obtenir une récolte normale. Cette détermination, une fois opérée sur un sol donné, on continuerait, par comparaison, l'étude sur d'autres sols.

Lemmermann épuisa donc des échantillons d'un même sol par l'acide chlorhydrique à 1/16, 1/4, 1/2 et 5 p. 100. L'opération terminée, les divers échantillons furent placés dans des pots, on y ajouta les matières nutritives ordinaires nécessaires au développement des plantes, sauf la potasse, et l'on y cultiva de l'avoine. Mais les essais comparatifs, ainsi exécutés, ne répondirent nullement à l'attente de l'auteur, et ce fut précisément dans les terres épuisées par l'acide chlorhydrique que l'avoine se développa le mieux.

Lemmermann s'explique ces résultats en admettant que le traitement des terres par l'acide chlorhydrique a eu pour résultat de mettre la potasse non extraite par l'acide sous une forme plus accessible à la plante, plus assimilable. Il n'oublie pas, d'ailleurs, que Berthelot et André ont constaté que les plantes peuvent retirer du sol plus de matières nutritives que les acides minéraux ne sont en état d'en enlever à ce dernier. En somme, les essais en pots ne lui permettent en aucune façon de répondre à la question qu'il s'était proposé d'étudier. Il est bon, toutefois, de remarquer que, contrairement à ce qu'il avait constaté dans les essais en plein champ, l'avoine cultivée dans les pots était d'autant plus riche en potasse, que le sol renfermait lui-même une plus grande proportion de cette matière nutritive.

A. M.

Observation sur le mémoire précédent. — L'opinion émise par l'auteur au sujet du peu d'exigence de l'avoine pour les engrais minéraux me rappelle une expérience exécutée au champ d'expériences de Grignon et qui se rapporte au même sujet. Sur une parcelle restée sans engrais depuis une quinzaine d'années, on sema du trèfle qui resta très chétif; dans l'espoir de le voir se fortifier, on ajouta sur la moitié de la parcelle du superphosphate

de chaux, sans aucun avantage. L'année suivante, le blé succéda au trèfle sur la même parcelle, l'effet du superphosphate répandu fut surprenant; j'ai donné une photographie de cette expérience dans mon *Cours de chimie agricole*, p. 420. Manifestement le blé trouvait difficilement à s'alimenter d'acide phosphorique dans ce sol appauvri, et il fallait lui fournir de l'acide phosphorique assimilable pour rendre la récolte passable. Il n'en a pas été de même de l'avoine, quand elle fut semée sur une parcelle épuisée par la culture sans engrais, elle ne bénéficia en aucune façon d'un apport de superphosphates. La récolte fut passable et sensiblement égale, qu'on eût répandu du superphosphate ou qu'on se fût abstenu. P. P. D.

Sur un ferment de la cellulose, par M. V. Oméliansk[1]. — L'auteur a isolé un ferment cellulosique produisant une fermentation du genre butyrique, c'est-à-dire dédoublant la cellulose en gaz carbonique, hydrogène, et mélanges d'acides gras, principalement acétique et butyrique et rentrant dans le cas des ferments signalés dans la terre par MM. Dehérain et Maquenne[2] et qui font fermenter le saccharose. C'est d'ailleurs également de la terre ou du limon que M. Oméliansk a tiré ce ferment qui possède des propriétés analogues à celles du bacille dont nous venons de rappeler l'existence. A. Hébert.

Sur le nukamiso, par M. M. Inouye[3]. — Le *nukamiso* est du son de riz en fermentation lactique; on s'en sert au Japon pour amollir certains légumes, tels que les radis, qui prennent un goût plus agréable et deviennent plus faciles à digérer lorsqu'on les a laissés vingt-quatre heures dans du nukamiso. Le présent travail donne des détails sur le mode de préparation de cette substance et sur sa composition. C'est l'acide lactique qui rend les légumes plus tendres et plus digestibles. E. D.

Valeur agricole de la farine d'os, par M. C. Wellington[4]. — Ce travail constitue un résumé des essais culturaux de Wagner à Darmstadt, et de Märker à Halle.

Les conclusions suivantes peuvent être considérées comme bien établies.

La plus-value, comme engrais, attribuée jusqu'ici à la farine d'os verts est due, uniquement, à l'azote qu'elle contient.

Par conséquent la farine d'os, comme phosphate, n'a pas plus de valeur que les phosphates minéraux insolubles et doit être classée à côté de ceux-ci, plutôt qu'avec les phosphates renfermant de l'acide phosphorique soluble. Elle se comporte absolument comme les phosphates minéraux, sur terres fortes et légères, pauvres ou riches en acide phosphorique, et vis-à-vis de toutes sortes de récoltes, et quelle que soit l'année de l'assolement où on l'emploie.

Il n'y a aucune différence, au point de vue agricole, entre les diverses variétés de farines d'os.

1. Comptes rendus, t. CXXV, p. 970.
2. *Ann. Agron.*, t. IX, p. 6, 1883, et Tome X, p. 5, 1884.
3. *Bull. College of Agriculture, Tokyo, Japon*; vol. II, n° 4, p. 216.
4. *Massachusett Hatch Sta. Bull.*, 35, p. 24.

Il est préférable d'employer les farines d'os solubilisées, c'est-à-dire traitées par l'acide sulfurique à 60 degrés, à raison de 20 p. 100 pour les os dégélatinisés.

Pour former une réserve d'acide phosphorique dans un sol, la farine d'os solubilisée est préférable aux superphosphates. E. D.

Sur la réduction des nitrates par les bactéries, par MM. E. H. Richards et G. W. Rolfs[1]. — On a préparé des solutions telles qu'elles représentassent de l'eau polluée par des matières organiques en décomposition, mais contenant en même temps des nitrates; on les obtenait en mélangeant des eaux d'égout fraîches avec le produit de leur nitrification. Ces liquides étaient en général pauvres en matières minérales, exempts d'urée, et renfermaient un peu de sucre. Dans ces conditions les nitrates disparaissent rapidement, après trois jours il en subsiste moins d'un dixième de la quantité primitive. Il y a formation de nitrites, le maximum se manifeste vers le deuxième ou le troisième jour, puis ils disparaissent très vite. On observe ensuite une végétation verte en même temps qu'une réapparition des nitrites, et finalement, la production lente d'une faible quantité de nitrates.

En l'absence de matière organique autre que celle qui existe dans l'eau ordinaire, la réduction des nitrates a lieu avec une extrême lenteur.

Toutes les substances organiques n'exercent pas la même action favorable; ainsi le lait est une nourriture excellente pour ces ferments, tandis que le sang n'aide pas du tout à la réduction de l'azote nitrique.

Pendant la réduction il y a dégagement d'azote gazeux en quantité à peu près équivalente à celle contenue dans les nitrates. L'addition aux liquides de 2 p. 1000 de glycérine a pour effet de retenir une forte proportion de cet azote.

Suivent des considérations sur l'emploi des eaux d'égout en agriculture. Les auteurs recommandent d'envoyer les eaux sur les terres graduellement et seulement à mesure que les végétaux qui couvrent le sol se saisissent des nitrates formés, de façon à éviter la présence simultanée de nitrates et de matière organique. Il serait inutile d'essayer de former des sortes de réserve de nitrates dans le sol en irriguant des terres nues.

Il nous semble que les craintes exprimées par ces observateurs, de pertes d'azote par dénitrification dans le sol, sont un peu exagérées. M. Dehérain a montré en effet[2] que pour qu'il y ait réduction d'une façon sensible, la présence de fortes quantités de matières hydrocarbonées est nécessaire, ce qui explique certains faits reconnus par MM. Richards et Rolfs, et que dans le sol on n'a pas à redouter de pertes par dénitrification.

1. *Techn. Quaterly*, 9 (1896), n° 1, p. 40.
2. *Ann. Agr.*, t .XXIII (1897), p. 49.

Le Gérant : G. Masson.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

RECHERCHES SUR LES BETTERAVES FOURRAGÈRES

Par G. PATUREL,
Directeur de la station agronomique du Lézardeau.

I. — Culture des betteraves fourragères dans le Finistère.

Au nombre des transformations si heureuses que subit chaque année l'agriculture bretonne, l'une des plus importantes est, sans contredit, l'extension donnée à la culture de la betterave fourragère. Dans notre région où le lait et ses dérivés forment la production principale, la betterave tend à remplacer de plus en plus, dans l'alimentation du bétail, les autres racines antérieurement cultivées, rutabagas et navets. Cette substitution est d'ailleurs générale dans le département du Finistère : on s'en rendra compte en consultant les chiffres du tableau ci-après (n° 1), qui sont extraits des statistiques publiées annuellement dans le *Bulletin* du Ministère de l'Agriculture.

TABLEAU I. — Culture de la betterave fourragère dans le Finistère.

Années.	Superficie cultivée. Hectares.	Production totale. Q. M.	Production moyenne par hectare. Q. M.
1890	9.824	1.818.618	185 12
1891	10.215	1.837.700	180 00
1892	10.640	1.917.008	180 17
1893	7.869	2.060.130	261 80
1894	9.954	3.483.900	350 00
1895	10.045	4.520.250	450 00
1896	11.214	5.046.300	450 00

Ainsi, dans une période de sept années, la superficie cultivée en betteraves est passée de 9,000 à 11,000 hectares : le rendement total s'est élevé très régulièrement de 1,800,000 à 5,000,000 de quintaux métriques, c'est-à-dire qu'il a sensiblement triplé; la production moyenne par hectare a subi une progression identique de 185 à 450 quintaux métriques, elle a également presque triplé. Cet accroissement dans le rendement moyen, qui se produit régulièrement chaque année à mesure que les exigences culturales de la betterave sont mieux connues, est d'un heureux présage pour l'avenir : il permet d'espérer que la production pourra dépasser de beaucoup ce chiffre de 45,000 kilos à l'hectare, résultat d'ailleurs facile à obtenir, comme nous le verrons plus loin, par des cultures soignées.

II. — Dispositif des expériences exécutées en 1897.

Sur le domaine de l'École pratique d'Agriculture du Lézardeau, la betterave fourragère est la plante cultivée à laquelle on consacre les plus grosses dépenses de fumure et de façons culturales. Aussi les rendements élevés qu'on en obtient permettent-ils, avec le foin d'excellentes prairies, d'entretenir toute l'année sur l'exploitation un total de 150 à 200 vaches laitières.

Des essais sont effectués régulièrement pour rechercher les variétés qui s'adaptent le mieux à notre région et à notre sol, et qui peuvent fournir les rendements les plus élevés. Pendant la saison 1897, nous avons effectué, sur l'un des champs de l'École, une série d'expériences dans lesquelles ont été mises en comparaison plusieurs variétés communément cultivées sur le domaine et dans la région. En outre, un certain nombre de graines de variétés étrangères nous ont été adressées par M. Schribaux, Directeur de la Station d'essais de semences de l'Institut National Agronomique, et nous sommes heureux de l'en remercier ici. Les expériences comparées, que nous avons pu faire de ces graines et des nôtres, ont fourni des résultats d'une grande portée pratique pour la culture de la betterave dans notre région.

Avant d'entrer dans le détail des essais effectués, il convient de rappeler que les conditions météorologiques ont été, en 1897, particulièrement favorables au développement de la betterave fourragère. Nous donnons ci-dessous les hauteurs de pluie recueillies de mars à novembre, à l'Observatoire de la Station Agronomique :

TABLEAU II. — Hauteur de pluie observée de mars à novembre 1897.

	Hauteur de pluie en millimètres.
Mars	182.5
Avril	168.5
Mai	40
Juin	35
Juillet	33.5
Août	162
Septembre	72
Octobre	17
Total	710.5

On voit, d'après ces nombres que, au moment du semis des betteraves, en mai, la terre était fortement détrempée par les pluies très abondantes des deux mois précédents. Les mois de mai, juin et juillet ont été suffisamment humides pour maintenir constamment la fraîcheur du sol et activer le développement des jeunes racines. Pendant le mois d'août, extrêmement pluvieux, ce développement s'est poursuivi avec rapidité, et les pluies de septembre et d'octobre ont été aussi suffisantes pour terminer heureusement la croissance des racines fourragères. Ces conditions sont très différentes de celles de la saison 1896, dans laquelle l'été avait été très sec, et les racines n'avaient pris leur développement que pendant les mois de septembre et d'octobre; aussi les rendements des racines fourragères avaient été beaucoup moins élevés.

La terre qui a porté nos betteraves d'expériences fait partie d'une vaste pièce de 12 hectares dite « Grand champ de Kerneuzet » dépendant de l'une des fermes du domaine. C'est l'un des meilleurs champs de l'Ecole : l'épaisseur de la couche arable est d'environ $0^m,40$, reposant sur un sous-sol formé de pierres et de sable jaune très fin; la terre a été enrichie depuis de longues années par des apports de fumiers et de sables calcaires. En 1896, ce sol avait été cultivé en avoine qui avait fourni un rendement élevé; après la récolte de cette céréale, on y avait introduit par un labour une fumure évaluée à 30,000 kilos de fumier, suivie d'une culture dérobée de moutarde qui fut consommée par les animaux jusqu'à la fin de février : on apporta à ce moment au sol environ 50,000 kilos de fumier qui furent enfouis par un labour; puis le sol fut hersé et roulé. La fumure totale s'élève donc sensiblement à 80,000 kilos de fumier. Cette quantité peut paraître excessive pour une culture de betteraves : il faut remarquer toutefois que la betterave est placée en tête de notre assolement triennal, et que la fumure de fumier doit servir également pour la céréale et pour les pommes de terre qui viennent ensuite.

Au commencement de mai, un nouveau labour fut pratiqué, suivi encore d'un hersage et d'un roulage, Puis, la terre fut billonnée pour permettre les semis de graines de betteraves.

On préleva à ce moment (6 mai) un échantillon moyen de la terre. Sa composition était la suivante :

TABLEAU III

Éléments grossiers (cailloux et graviers)	12.2	p. 100.
Terre fine	87.8	—

COMPOSITION DE LA TERRE FINE

Humidité	19.0	p. 100.	
Azote total	1.77	p. 1000	de terre sèche.
Acide phosphorique	0.30	—	—
Chaux	15.55	—	—
Potasse	3.20	—	—

Notre sol, presque totalement formé d'éléments fins, est d'une richesse moyenne en azote. La proportion de chaux y est très notable, par suite des apports nombreux de sable calcaire. La potasse attaquable y est aussi abondante, ce qui s'explique par la fumure importante de fumier de ferme qu'il a reçue. Quant à l'acide phosphorique, cet élément important se trouve en proportion insuffisante, puisque l'on considère généralement la dose de 1 p. 1000 comme nécessaire pour assurer la fertilité. Nous nous réservons d'examiner, par des expériences nouvelles, l'influence que pourra exercer sur notre sol l'apport des engrais phosphatés.

Nous avons cherché à opérer nos essais dans des conditions identiques à celles de la grande culture, et dans ce but, notre sol ne reçut pas d'autre fumure, ni d'autres façons culturales que le reste du champ portant aussi des betteraves. Les lignes étaient écartées de $0^m,60$ et les racines distantes de $0^m,50$ sur la ligne. Cet écartement peut paraître un peu exagéré; il correspond à une production de 166,6 $\times$ 200, soit 33,300 racines à l'hectare. Or, d'après les travaux exécutés par divers auteurs et particulièrement par mon savant maître, M. Dehérain, il convient de maintenir les racines fourragères en lignes relativement serrées afin de diminuer le poids brut des racines en augmentant leurs qualités nutritives. Les expériences de Grignon ont montré qu'un écartement très convenable était celui de $0^m,40$ sur $0^m,30$, donnant un total de 83,000 racines à l'hectare, c'est-à-dire deux fois et demie plus que dans nos essais. Malgré l'évidence de ces résultats, il nous a paru préférable, surtout pour une première année de recherches, de nous placer exactement dans les conditions habituelles de la région et de conserver les grands écartements.

Les semis furent faits les 15 et 16 mai, à raison de deux rangs sur toute la largeur du champ pour chaque variété d'expériences. Comme nous l'avons mentionné plus haut, les essais ont porté sur des variétés cultivées dans notre région, mises en comparaison avec des variétés d'origine étrangère, 7 variétés de graines Françaises ont été cultivées : nous avons reçu de M. Schribaux 6 variétés Anglaises et 3 variétés Allemandes ; enfin, toujours par l'intermédiaire obligeant de M. Schribaux, la maison Maurus Deutsch de Paris nous a adressé également des graines d'une variété Autrichienne à haut rendement ; au total, 17 variétés ont été expérimentées.

La germination s'accomplit très rapidement grâce à l'humidité du sol, et dès les premiers jours de juin, les lignes de betteraves étaient parfaitement visibles. Le démariage fut effectué le 7 juillet et, à partir de ce moment, de nombreux binages à la main permirent de maintenir constamment la terre meuble et nette de mauvaises herbes. En septembre, une constatation intéressante fut faite : alors que nos variétés Françaises avaient pris un développement foliacé considérable, grâce à l'abondance de la fumure, toutes les variétés étrangères se signalaient par une faible quantité de feuilles, et le contraste ne fit que s'accentuer par la suite jusqu'à la récolte. Nous discuterons plus loin les avantages et les inconvénients de cette différence dans le mode de végétation.

L'arrachage des racines eut lieu les 27 et 28 octobre. Avant d'y procéder on mesura sur la première et la dernière ligne une longueur de $83^{m},33$ à parti du chemin qui bordait le champ d'un côté : puis, on joignit avec un cordeau les deux points ainsi déterminés : cette ligne traçait la limite des racines à arracher et pour chaque variété cultivée sur deux lignes distantes de $0^{m},60$, la surface d'expériences était égale à $1^{m},20 \times 83^{mm},33$, soit sensiblement 1 are.

Les racines furent arrachées du sol, puis on coupa les feuilles et on passa aussitôt les betteraves sur la bascule. Il convient de signaler que, le temps s'étant maintenu très sec pendant ces opérations, les racines étaient parfaitement propres, circonstance heureuse pour l'exactitude des résultats.

Les rendements obtenus pour chaque variété, sont consignés dans le tableau (n° 4).

TABLEAU IV. — Rendement des betteraves fourragères. Classement des variétés.

NUMÉROS des échantillons.	ORIGINE	VARIÉTÉS	RENDEMENT à l'hectare.	CLASSEMENT DES VARIÉTÉS D'APRÈS LE RENDEMENT
			kil.	
1	France. . .	Jaune ovoïde des Barres .	60.350	1. Jaune globe de Sutton.
2	— . . .	Jaune géante de Vauriac .	82.050	2. Mammouth rouge longue de Sutton.
3	— . . .	Tankard dorée	61.850	3. Eckendorf rouge.
4	— . . .	Blanche collet vert du Nord.	58.700	4. Jaune géante de Vauriac.
5	— . . .	Géante Mammouth	60.950	5. Jaune intermédiaire de Sutton .
6	— . . .	Rose longue d'Allemagne.	67.050	6. Eckendorf jaune.
7	— . . .	Jaune longue d'Allemagne.	68.950	7. Maurus Deutsch .
8	Autriche . .	Maurus Deutsch	77.000	8. Crimson Tankard de Sutton.
9	Angl ete	Mammouth rouge longue de Sutton, ...	87.550	9. Eckendorf blanche.
10	—	Golden Tankard de Sutton.	62.050	10. Rose longue d'Allemage.
11	—	Crimson Tankard de Sutton.	70.100	11. Jaune longue d'Allemagne.
12	—	Jaune intermédiaire de Sutton.	78 500	12. Golden Tankard de Sutton.
13	—	Globe jaune de Sutton . .	61.800	13. Tankard dorée.
14	—	Jaune globe de Sutton . .	87.650	14. Globe jaune de Sutton.
15	Allemagne .	Eckendorf jaune	77.900	15. Géante Mammouth .
16	—	Eckendorf rouge	84.650	16. Jaune ovoïde des Barres.
17	—	Eckendorf blanche	68.600	17. Blanche collet vert du Nord.

Les chiffres de ce tableau donnent lieu aux observations suivantes :

Parmi les sept variétés d'origine Française, la « Jaune Géante de Vauriac » a fourni le rendement le plus élevé, 82,050 kilos, bien supérieur à celui de la « Rose longue d'Allemagne », 67,050 kilos, qui vient immédiatement après. Cette « Jaune Géante de Vauriac » donne, chaque année, sur les cultures du Lézardeau, les rendements les plus satisfaisants : elle surpasse beaucoup la « Jaune Ovoïde des Barres », dont elle diffère cependant très peu quant à la forme des racines. Les autres variétés qui ont donné de 60,000 à 70,000 kilos de racines à l'hectare, occupent les derniers rangs dans le classement général. La « Géante Mammouth » est bien inférieure pour le rendement à la variété correspondante Anglaise : et si le chiffre de « Tankard dorée » est sensiblement le même que

celui de « Golden Tankard de Sutton », il est bien au-dessous de celui de « Crimson Tankard de Sutton ». La « Blanche collet vert du Nord », la plus feuillue et d'un arrachage difficile, a donné le plus faible rendement de toutes les variétés en expérience : nous verrons plus loin ce qu'il faut penser de cette racine, eu égard à sa composition.

La variété Autrichienne « Maurus Deutsch » atteint le rendement élevé de 77,000 kilos et se classe ainsi au septième rang dans l'ensemble des variétés. Elle possède plusieurs qualités des plus recommandables : les betteraves très lisses, portant très peu de radicelles, sont d'un arrachage d'autant plus facile qu'elles végètent presque entièrement hors de terre; la faible quantité de feuilles rend les derniers binages très aisés. Notre impression générale à son sujet se dégagera plus loin de sa composition.

Les six variétés Anglaises sont généralement à grand rendement. Deux d'entre elles, la « Jaune Globe de Sutton » et la « Mammouth rouge longue de Sutton », occupent les premiers rangs du tableau avec des chiffres supérieurs à 87,000 kilos; la forme allongée des « Mammouth » est préférable, pour la conservation en silos, à la forme sphérique des « Globe ». La « Jaune Intermédiaire de Sutton » se distingue spécialement par la régularité des racines qui sont d'un nettoyage très facile. Quant à la « Globe Jaune de Sutton », elle donne un rendement bien plus faible que son homonyme la « Jaune Globe de Sutton », et elle occupe les derniers rangs du classement.

Les trois variétés Allemandes sont semblables par leur forme qui ressemble à celle de « Maurus Deutsch »; l' « Eckendorf rouge » est préférable aux deux autres, et surtout à la blanche pour le rendement; elle se place, sous ce rapport, au troisième rang, avant toutes les variétés Françaises.

Si nous envisageons maintenant l'ensemble des résultats fournis par les variétés de diverses origines, nous obtenons les nombres suivants :

TABLEAU V. — Rendement moyen des variétés de diverses origines.

	Kilos à l'hectare.
7 variétés Françaises	64.980
6 — Anglaises	74.600
3 — Allemandes	77.050
1 — Autrichienne	77.000
Moyenne générale (d'après le tableau n° IV)	71.210

Les racines Allemandes viennent donc en première ligne, suivies de près par la variété Autrichienne : les betteraves Anglaises ont fourni un rendement moyen un peu moins élevé ; et les racines d'origine Française sont très notablement moins productives. Le rendement moyen général obtenu dans ces expériences est de 71,200 kilos; comme nous le mentionnions plus haut, il est très supérieur au chiffre de 45,000 kilos qui représente la production moyenne du département : ce résultat doit être surtout attribué à l'importance de la fumure.

III. — Composition des betteraves fourragères.

La valeur d'une récolte de betteraves fourragères dépend non seulement de son rendement à l'hectare, mais surtout de la quantité de matières nutritives que cette récolte contient. Différents auteurs ont étudié la composition des betteraves fourragères : nous citerons en particulier les travaux de notre savant maître, M. Dehérain, sur les racines récoltées au champ d'expériences de Grignon [1]. D'après lui, il y a lieu de rechercher dans les racines d'abord la quantité de matière sèche élaborée, cette quantité étant susceptible, suivant les cas et les espèces, de varier dans la proportion du simple au double. La matière sèche est principalement formée de deux substances alimentaires, le sucre et la matière azotée qu'il importe d'y doser également. Enfin les betteraves emmagasinent souvent des quantités notables de nitrate de potasse ou salpêtre, et il est utile, à un double point de vue, de se préoccuper de cette matière : son prélèvement épuise inutilement le sol d'un principe d'une haute valeur fertilisante, et une dose importante de salpêtre, contenue dans la ration, peut jeter une certaine perturbation dans la santé des animaux.

Ces diverses déterminations, matière sèche, sucre, matière azotée et nitrate de potasse, ont été faites dans les racines des diverses variétés que nous avons récoltées. A cet effet, nous avions prélevé, au moment de l'arrachage, quatre racines de chaque espèce, représentant, autant que possible, comme forme et comme dimensions, la moyenne des variétés. Ces échantillons

1. *Ann. agr.*, t. XVI, p. 542. — T. XVIII. p. 380. — Ce volume, p. 49.

avaient été transportés au laboratoire pour être soumis à l'analyse. On remarquera que, d'après notre mode de culture, avec un écartement de $0^m,60$ sur $0^m,50$, les quatres racines analysées occupaient une surface de $1^{mq},20$, soit plus de 1/100 de la surface affectée à chaque expérience. Les chiffres des tableaux suivants, qui sont rapportés à la récolte totale, présentent donc des garanties d'une exactitude suffisante.

Avant de mentionner les résultats obtenus, il nous paraît utile d'indiquer sommairement les procédés suivis pour les différents dosages.

Les quatre betteraves composant chaque échantillon sont d'abord brossées soigneusement pour enlever la terre sèche adhérente, puis on les pèse ensemble pour déterminer le poids moyen d'une racine : c'est sur la totalité de l'échantillon, pesant de 6 à 10 kilos, que les analyses ont été effectuées.

Matière sèche. — Les racines sont fendues en deux suivant la longueur ; puis on prélève, au moyen du cylindre-sonde employé dans l'analyse des porte-graines, des fuseaux de 15 millimètres de diamètre, et d'une longueur suffisante pour traverser complètement la chair. Trois fuseaux sont ainsi découpés à des niveaux différents de chaque fragment : puis on les coupe en morceaux plus petits et on mélange intimement l'échantillon obtenu. On en pèse alors 50 grammes sur lesquels on déterminera la matière sèche. Ces 50 grammes sont divisés, au moyen d'un canif fin, en très menues cossettes qui sont placées dans une soucoupe numérotée; le tout est introduit dans l'étuve à eau de Gay-Lussac, où s'opère la dessiccation. En raison de la finesse de la matière, cette dessiccation s'opère rapidement et n'exige pas plus de dix à douze heures, la température se maintenant à 96-98 degrés. Lorsqu'on a constaté, par plusieurs pesées successives que la dessiccation est terminée, on note le poids final de la matière sèche fournie par les 50 grammes de betteraves. Ce mode opératoire donne, comme nous nous en sommes assuré, des résultats précis; plusieurs essais effectués sur le même lot de racines ont conduit à des nombres identiques.

Matière azotée. — L'azote organique a été dosé sur 2 grammes de matière sèche, par le procédé Kjeddahl. La matière a été préalablement débarrassée des nitrates qu'elle contient, par ébul-

lition avec 5 centimètres cubes de solution concentrée de chlorure ferreux et 5 centimètres cubes d'acide chlorhydrique pur. On a opéré ensuite l'attaque par 20 centimètres cubes d'acide sulfurique concentré, et le dosage a été terminé suivant la méthode habituelle. Le poids d'azote obtenu a été multiplié par 6,25, pour évaluer la matière azotée.

Densité. — Les quatre betteraves formant chaque lot sont passées en totalité à la râpe circulaire Lefèvre, qui les réduit en une pulpe fine ; cette pulpe est ensuite exprimée dans un linge, d'abord à la main, puis dans une presse de laboratoire, en poussant la pression jusqu'à écoulement complet du jus. Cette dernière précaution est indispensable, le jus écoulé à la fin ayant fréquemment une composition différente de celui qu'on recueille au début. On obtient ainsi plusieurs litres de jus sur lesquels on détermine la densité, le sucre et les nitrates.

La densité est prise au moyen d'une série de trois densimètres contrôlés, et gradués en 1/10ᵉ de degrés. Après l'immersion du densimètre, on attend, pour faire la lecture, un quart d'heure environ, afin d'être certain que les bulles d'air contenues dans le liquide sont totalement montées à la surface.

Sucre. — 100 centimètres cubes de jus sont additionnés de 10 centimètres cubes de solution concentrée de sous-acétate de plomb, puis, après agitation, on complète le volume de 200 centimètres cubes avec une liqueur de sulfate de soude. On filtre, et le liquide est parfaitement incolore. 20 centimètres cubes de ce liquide sont ensuite intervertis par ébullition avec 5 centimètres cubes d'acide chlorhydrique ; on neutralise par la soude et on complète à 100 centimètres cubes. On voit que, par ces diverses opérations, le jus primitif a été étendu dans la proportion de 1 à 10.

Le liquide obtenu est titré par 10 centimètres cubes de liqueur de Fehling normale, et le poids de sucre trouvé est rapporté à 100 centimètres cubes de jus. On calcule ensuite la richesse en sucre p. 100 de betteraves, par la formule $S = \frac{P \times 95}{100 + d}$. (S est le poids de sucre p. 100 de betteraves, P le poids de sucre p. 100 de jus, d la densité).

Azote nitrique. — Le dosage des nitrates a été opéré par le procédé Schlœsing. 50 centimètres cubes du liquide obtenu, après

défécation dans l'opération précédente (représentant 25 centimètres cubes de jus) sont introduits dans le ballon à chlorure ferreux et acide chlorhydrique; le bioxyde d'azote obtenu a été mesuré sur la cuve à eau, et l'on a soustrait de son volume celui des gaz non absorbables par le sulfate de fer. Ce volume de gaz étrangers a d'ailleurs toujours été très faible, ne dépassant pas 2 à 3 centimètres cubes. Du volume de bioxyde, on a déduit par le calcul le poids de salpêtre dans 100 centimètres cubes de jus, puis dans 100 grammes de betteraves par la même formule que précédemment.

Les résultats de ces diverses opérations analytiques sout consignés dans le tableau suivant (n° 6).

Matière sèche. — Un simple coup d'œil jeté sur les nombres des premières colonnes de ce tableau montre que les teneurs en matière sèche sont, constamment et dans toutes les expériences, en ordre inverse du poids moyen d'une racine. Ce résultat est nettement accusé ; mentionnons seulement les deux cas extrêmes : la variété Française « Blanche, collet vert du Nord », pèse en moyenne moitié moins et contient moitié plus de matière sèche p. 100 que la variété Allemande « Eckendorf jaune », de telle sorte qu'une récolte de 80,000 kilos de la seconde ne renferme pas plus de matière alimentaire qu'une récolte de 40,000 kilos de la première. Ce point intéressant avait été mis déjà en lumière par les expériences de M. Dehérain; il se trouve confirmé ici par 17 essais. Nous concluons donc avec le savant agronome de Grignon que les racines volumineuses ont une valeur alimentaire extrêmement faible. Nous constaterons d'ailleurs plus loin que ce n'est pas là leur seul défaut.

Parmi les 7 variétés Françaises, la supériorité de la « Blanche, collet vert du Nord », est manifeste; elle possède, en effet, 2 p. 100 de matière sèche de plus que la « Jaune ovoïde des Barres » qui la suit immédiatement. Cette variété « Blanche collet vert du Nord » peut être considérée comme une « racine demi-sucrière », sa forme et aussi sa composition la rapprochent jusqu'à un certain point des betteraves à sucre. Elle a été cultivée cette année pour la première fois au Lézardeau; il nous paraît utile de la conserver, à cause de sa haute valeur alimentaire. Les six autres variétés

TABLEAU VI. — Composition centésimale des betteraves fourragères.

NUMÉROS DES ÉCHANTILLONS	ORIGINE	VARIÉTÉS	POIDS MOYEN d'une racine.	MATIÈRE SÈCHE p. 100.	DENSITÉ du JUS.	MATIÈRE AZOTÉE p. 100		SUCRE p. 100		NITRATE DE POTASSE p. 100.	
						de matière sèche.	de betteraves.	de jus.	de betteraves.	de jus.	de betteraves.
			kil.								
1	France . . .	Jaune ovoïde des Barres.	1.700	13.04	1.044	8.50	1.10	7.26	6.60	0.228	0.207
2	— . . .	Jaune géante de Vauriac.	2.000	12.34	1.043	8.12	1.00	7.06	6.42	0.230	0.209
3	— . . .	Tankard dorée.	1.610	11.74	1.040	5.81	0.68	6.62	6.04	0.228	0.208
4	— . . .	Blanche collet vert du Nord	1.407	15.06	1.054	6.48	0.97	10.00	9.03	0.116	0.099
5	— . . .	Géante Mammouth.	1.620	13.00	1.050	6.87	0.89	8.98	8.12	0.176	0.139
6	— . . .	Rose longue d'Allemagne.	2.225	12.14	1.042	6.10	0.74	7.36	6.70	0.367	0.334
7	— . . .	Jaune longue d'Allemagne	1.822	11.52	1.043	5.69	0.65	6.79	6.18	0.314	0.285
8	Autriche . .	Maurus Deutsch	2.060	9.74	1.036	7.40	0.72	5.74	5.25	0.358	0.327
9	Angleterre .	Mammouth rouge longue de Sutton	2.640	10.24	1.038	6.31	0.64	6.31	5.77	0.364	0.333
10	—	Golden Tankard de Sutton.	1.482	13.26	1.045	6.12	0.81	7.91	7.19	0.366	0.332
11	—	Crimson Tankard de Sutton	1.762	11.14	1.039	7.03	0.78	6.16	5.63	0.343	0.313
12	—	Jaune intermédiaire de Sutton.	2.165	9.28	1.036	6.86	0.63	5.58	5.11	0.378	0.346
13	—	Globe jaune de Sutton.'	1.442	12.30	1.039	7.81	0.96	6.09	5.56	0.393	0.359
14	—	Jaune globe de Sutton.	2.817	8.62	1.033	6.66	0.57	4.81	4.42	0.425	0.390
15	Allemagne .	Eckendorf jaune.	3.157	7.98	1.029	6.45	0.51	3.98	3.67	0.496	0.408
16	—	Eckendorf rouge.	2.292	8.40	1.029	6 78	0.57	3.55	3.31	0.396	0.365
17	—	Eckendorf blanche.	2.570	9.38	1.032	6.17	0.57	4.86	4.47	0.314	0.288

possèdent une teneur en matière sèche peu différente, variant de 13.04 à 11.52 p. 100.

Pour les 10 variétés d'origine étrangère, on trouve, à deux exceptions près, une proportion de matière sèche sensiblement moins élevée que dans les variétés Françaises. Les trois racines Allemandes présentent même, à ce point de vue, une grande infériorité. Ce résultat intéressant nous paraît être dû surtout à la faible quantité de feuilles que ces variétés élaborent; notre hypothèse est d'ailleurs conforme aux données de la physiologie végétale, la feuille étant le laboratoire dans lequel prennent naissance la plupart des principes accumulés ensuite dans la racine.

Nous voyons donc que, si la faible quantité de feuilles présente quelques légers avantages au point de vue cultural, elle offre aussi ce grave inconvénient de diminuer dans une large mesure la qualité de la récolte. C'est un nouvel argument contre la pratique vicieuse, si répandue dans les campagnes, d'effeuiller partiellement, dès le mois d'août, les cultures de betteraves. La faible quantité de nourriture que l'on trouve ainsi pour le bétail peut avoir comme conséquence une diminution de moitié dans la qualité des racines qui seront ensuite récoltées.

Densité. — La recherche de la densité du jus contenu dans les betteraves est, comme nous l'avons vu plus haut, la plus simple des déterminations analytiques. Cette opération n'en est pas moins d'un haut intérêt, car elle suffit pour juger rapidement et avec une précision satisfaisante la valeur alimentaire des racines fourragères. Il existe, en effet, un rapport assez étroit entre la teneur en matière sèche des betteraves et la densité du jus; nous avons établi, pour chacune de nos expériences, cette relation de $\frac{\textit{Matière sèche}}{\textit{Densité}}$ et les nombres extrêmes obtenus sont 2,98 et 2,61, c'est-à-dire peu différents, la moyenne générale étant 2,85. Ce coefficient est d'ailleurs peu variable d'une année à une autre, comme nous l'avions constaté déjà par des recherches antérieures.

Il résulte de là que le cultivateur peut établir aisément, au moyen de la densité du jus, la valeur de sa récolte de betteraves fourragères; il suffit, pour cela, de râper quelques racines, d'exprimer la pulpe à travers un linge, et de plonger un densimètre dans le jus obtenu; en multipliant par le coefficient 2,8 le

nombre qui représente la densité, on obtiendra la teneur en matière sèche p. 100 de racines.

Un certain nombre d'agriculteurs de notre pays savent très bien déterminer, par la recherche de la densité, la teneur en sucre de leur moût de pommes, et par suite la richesse alcoolique de leur cidre ; nous nous efforcerons de les convaincre que la connaissance de la densité de leurs racines fourragères présente aussi pour eux de l'intérêt. Cette recherche, d'une exécution rapide, pourra surtout leur rendre service dans des essais comparés sur les diverses variétés : le tableau dressé plus haut montré, en effet, que les différences entre les espèces sont parfois considérables.

Matière azotée et sucre. — La matière azotée et le sucre sont les deux principes alimentaires importants des racines fourragères ; nous avons indiqué précédemment par quels procédés ils ont été dosés, et comment on a calculé les teneurs p. 100 de betteraves.

La richesse en matière azotée est assez variable suivant les espèces : les racines volumineuses des expériences 14, 15, 16, 17 (particulièrement l'« Eckendorf jaune ») contiennent sensiblement moitié moins de matières protéiques p. 100 de betteraves que les variétés Françaises « Ovoïde des Barres », et « Géante de Vauriac »; nouvel argument en faveur de nos variétés communément cultivées.

Le sucre forme 50 p. 100 au plus du total de la matière sèche. La teneur maxima est celle de la variété demi-sucrière « Blanche collet vert du Nord », qui atteint 9 gr. 03 p. 100 de betteraves. Signalons également la pauvreté des racines d'origine Allemande dans lesquelles la proportion de sucre est inférieure à 4 p. 100; leur valeur alimentaire, déduite de leur teneur en matières protéiques et en sucre, est donc très peu élevée.

Nitrate de potasse. — L'inspection des chiffres de la dernière colonne du tableau, qui exprime la proportion de nitrate de potasse p. 100 de betteraves, montre que cette proportion est généralement inverse de celle de la matière sèche des racines : plus les betteraves sont aqueuses, plus elles enlèvent de salpêtre au sol. Ce fait intéressant se vérifie dans presque toutes les expériences : ainsi la « Blanche collet vert du Nord », qui est la plus riche en matière sèche (15,06 p. 100), est la plus pauvre en sal-

pêtre (0 gr. 099 p. 100). A l'inverse, l' « Eckendorf jaune », qui contient le moins de matière sèche (7,98 p. 100) est la plus chargée de salpêtre (0,408 p. 100). Ce résultat est aussi conforme à ceux obtenus par M. Dehérain, à savoir que les racines les plus volumineuses sont les plus riches en salpêtre; nous le vérifions également dans toute la série de nos expériences.

On se rendra compte de l'importance de ces teneurs en salpêtre, en calculant la quantité de sel qui est contenue dans une ration de 30 kilogrammes de racines, journellement distribuée aux vaches laitières du Lézardeau. Le poids de salpêtre absorbé est de 62 grammes pour la « Jaune ovoïde des Barres », de 100 grammes pour la « Mammouth de Sutton», et de 122 grammes pour l'« Eckendorf jaune ». Une pareille quantité d'un sel très diurétique peut occasionner des troubles graves dans la santé des animaux.

Enfin, si on compare ces nombres à ceux obtenus précédemment par M. Dehérain, on trouve que les nôtres sont considérablement plus élevés. Les expériences faites à Grignon en 1891[1] ont donné des racines dans lesquelles la teneur moyenne en salpêtre était de 0 gr. 126 : un seul de nos chiffres est inférieur à cette moyenne, et plusieurs lui sont plus de trois fois supérieurs.

Ces écarts tiennent principalement aux différences dans le mode de culture : les racines de Grignon sont cultivées en lignes beaucoup plus serrées que les nôtres; elles prennent par suite des dimensions moins grandes, et contiennent généralement moins de salpêtre.

Les différences que nous venons de signaler dans les proportions de matière sèche, de matière azotée, de sucre et de nitrates des diverses variétés, prendront un caractère plus précis si nous condensons les nombres obtenus, en établissant les moyennes pour les variétés de diverses origines. C'est ce que nous avons réalisé dans le tableau n° VII.

TABLEAU VII. — Composition moyenne des betteraves de diverses origines.

	POIDS moyen d'une racine.	MATIÈRE sèche p. 100.	DENSITÉ du jus.	MATIÈRE azotée p. 100 de betteraves.	SUCRE p. 100 de betteraves.	NITRATE de potasse p. 100 de betteraves.
	kil.					
7 Variétés Françaises . .	1.769	12.69	1.045	0.86	7.01	0.214
6 — Anglaises . .	2.051	10.81	1.038	0.73	5.61	0.345
3 — Allemandes. .	2.673	8.58	1.030	0.55	3.81	0.353
1 — Autrichienne .	2.060	9.74	1.036	0.72	5.25	0.327

La valeur des racines étant établie par la teneur en matière sèche, en matière azotée, en sucre, et par la pauvreté en nitrate de potasse, nous dressons aisément le tableau suivant :

TABLEAU VIII. — Ordre de valeur alimentaire des betteraves de diverses origines d'après leur composition centésimale.

	Matière sèche.	Matière azotée.	Sucre.	Nitrate de potasse.
7 variétés Françaises.	1	1	1	1
6 — Anglaises	2	2	2	3
3 — Allemandes	4	4	4	4
1 — Autrichienne	3	3	3	2

Les 7 variétés Françaises se placent donc, à tous les points de vue, au premier rang et les 3 variétés Allemandes au dernier. Les 6 variétés Anglaises occupent la seconde place, sauf pour la teneur en salpêtre, mais à cet égard, les différences entre les 10 variétés d'origine étrangère sont relativement faibles : on peut dire seulement qu'elles sont beaucoup plus chargées de ce sel que les variétés Françaises.

IV. — Composition a l'hectare des bettéraves fourragères.

Les résultats précédents peuvent être complétés, d'une façon heureuse au point de vue de la pratique, par la connaissance des quantités des divers éléments élaborés sur la surface d'un hectare. Nous possédons toutes les données nécessaires à ce calcul, puisque nous avons déterminé le rendement brut des racines et

leur composition centésimale. Le tableau n° IX contient les poids de matière sèche, sucre, matière azotée et salpêtre rapportés à l'hectare pour chacune des expériences.

TABLEAU IX. — Rendement et composition à l'hectare des betteraves fourragères.

NUMÉROS des échantillons.	ORIGINE	VARIÉTÉS	RENDEMENT à l'hectare.	MATIÈRE sèche à l'hectare.	SUCRE à l'hectare.	MATIÈRE azotée à l'hectare.	NITRATE de potasse à l'hectare.
			kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
1	France. . .	Jaune ovoïde des Barres. .	60.330	7.869	3.983	663	169
2	— . . .	Jaune géante de Vauriac. .	82.050	10.124	5.167	820	171
3	— . . .	Tankard dorée.	61.850	7.261	3.735	420	128
4	— . . .	Blanche collet vert du Nord.	58.700	8.840	5.300	569	58
5	— . . .	Géante Mammouth.	60.950	7.923	4 949	542	96
6	— . . .	Rose longue d'Allemagne. .	67.050	8.139	4.492	496	223
7	— . . .	Jaune longue d'Allemagne .	63.950	7.367	3.952	415	182
8	Autriche . .	Maurus Deutsch	77.000	7.499	4.042	554	231
9	Angleterre .	Mammouth rouge longue de Sutton	87.550	8.965	5.051	560	291
10	—	Golden Tankard de Sutton.	62.050	8.227	4.461	502	206
11	—	Crimson Tankard de Sutton	70.100	7.809	3.946	546	219
12	—	Jaune intermédiaire de Sutton	78.500	7.284	4.011	494	271
13	—	Globe jaune de Sutton. . .	61.800	7.601	3.436	593	221
14	—	Jaune globe de Sutton. . .	87.650	7.555	3.874	499	341
15	Allemagne .	Eckendorf jaune.	77.900	6.217	2.858	397	317
16	—	Eckendorf rouge.	84.650	7.110	2.801	482	308
17	—	Eckendorf blanche.	68.600	6.434	3.066	391	197

Matière sèche. — La valeur alimentaire des différentes récoltes se déduit principalement de la quantité de matière sèche élaborée sur un hectare : c'est donc cette détermination qui présente l'intérêt le plus grand. Aussi nous a-t-il paru utile de rechercher dans quel ordre se placent nos diverses variétés à ce point de vue. Pour le savoir, nous avons établi le classement suivant :

TABLEAU X. — Ordre de valeur des variétés, d'après le poids de matière sèche à l'hectare.

	Kilogr.
1. Jaune Géante de Vauriac	10.124
2. Mammouth rouge longue de Sutton	8.965
3. Blanche collet vert du Nord	8.840
4. Golden Tankard de Sutton.	8.227
5. Rose longue d'Allemagne	8.139
6. Géante Mammouth	7.923
7. Jaune ovoïde des Barres	7.869

TABLEAU X (*suite*).

		Kilogr.
8.	Crimson Tankard de Sutton	7.809
9.	Globe jaune de Sutton	7.601
10.	Jaune globe de Sutton	7.555
11.	Maurus Deutsch	7.499
12.	Jaune longue d'Allemagne	7.367
13.	Jaune intermédiaire de Sutton	7.284
14.	Tankard dorée	7.261
15.	Eckendorf rouge	7.110
16.	Eckendorf blanche	6.434
17.	Eckendorf jaune	6.217

Une comparaison des plus instructives peut être faite en rapprochant l'ordre qui résulte de ce tableau, du classement relaté plus haut des diverses variétés, d'après leur rendement brut à l'hectare (partie droite du tableau n° IV). Nous trouvons ainsi que, si deux variétés, « Mammouth de Sutton » et « Crimson Tankard » de Sutton, occupent le même rang dans les deux tableaux, toutes les autres espèces sont loin de posséder, au deux points de vue, la même valeur relative. Ainsi la « Jaune Globe de Sutton » qui a donné le rendement le plus élevé est la dixième seulement pour la quantité de matière sèche à l'hectare. Il convient de mentionner spécialement la « Jaune Géante de Vauriac » qui, de la quatrième place pour le rendement (assez peu différente cependant des trois variétés qui la précèdent), a obtenu la première pour la quantité de matière sèche. Signalons également ce fait que les racines d'origine Anglaise sont généralement supérieures, aux deux points de vue, à celles des mêmes variétés de graines Françaises. La « Mammouth rouge longue de Sutton » est placée avant la « Géante Mammouth », et il en est de même de « Golden Tankard » et « Crimson Tankard de Sutton » comparées à la « Tankard dorée ». Mais le résultat le plus saillant est fourni par les trois variétés Allemandes « Eckendorf » ; alors que ces variétés occupent respectivement les 3e, 6e et 9e rangs pour le rendement, elles sont nettement les plus mauvaises au point de vue de la matière sèche : l' « Eckendorf jaune », dont le rendement brut est presque le même que celui de la « Géante de Vauriac », possède plus de 1/3 de matière sèche de moins que cette variété.

On voit quelle erreur commet le cultivateur qui, dans le choix des variétés de betteraves, ne vise que les rendements élevés, sans se préoccuper de la composition des racines.

Sucre et matière azotée. — Les quantités de sucre et de matière azotée élaborées sur la surface d'un hectare subissent, comme la matière sèche, d'importantes variations suivant les espèces cultivées. Les chiffres les plus élevés se rapportent aux variétés d'origine Française, et les écarts entre celles-ci et certaines variétés étrangères sont considérables : la comparaison des résultats obtenus pour la « Jaune Géante de Vauriac » et l' « Eckendorf rouge », par exemple, montre que, malgré des rendements bruts sensiblement identiques, la première récolte contient moitié plus de sucre et moitié plus de matière azotée que la seconde.

Une autre remarque intéressante peut-être faite. Si l'on établit, pour chaque variété, la somme des deux éléments nutritifs, sucre + matière azotée, et si l'on compare ensuite cette somme à la quantité de matière sèche totale, on trouve que ce rapport est loin d'être le même dans tous les cas. Nous nous contenterons d'inscrire ci-dessous le résultat de ce calcul pour quatre variétés qui accusent des différences sensibles :

TABLEAU XI

VARIÉTÉS	Matière sèche.	Somme de sucre et matière azotée.	Rapport de sucre et matière azotée à 100 de matière sèche.
	kilogr.	kilogr.	p. 100.
Jaune Géante de Vauriac . .	10.124	5.947	59
Géante Mammouth.	7.923	5.491	69
Eckendorf jaune.	6.217	3.255	52
Eckendorf rouge	7.110	3.283	46

Les différences sont donc notables, particulièrement entre la « Géante Mammouth » et l' « Eckendorf rouge », la variété Française contenant, dans 100 de matière sèche, plus de 20 p. 100 de matière nutritive de plus que la variété Allemande. Ainsi, nos variétés sont non seulement moins aqueuses et plus riches en matière sèche comestible, mais en outre cette matière sèche contient, en plus grande proportion que celle des espèces étrangères, les deux éléments nutritifs essentiels, le sucre et la matière azotée.

Nitrate de potasse. — Une inspection des chiffres de la dernière colonne du tableau n° IX montre que la quantité de salpêtre prélevée dans le sol est très différente suivant les variétés : alors que dans certains cas elle est inférieure à 100 kilos, dans d'autres elle atteint 300 kilos et même davantage. Cette teneur en nitrate de potasse étant, pour les raisons précédemment indiquées, d'un

haut intérêt, il m'a paru utile de dresser un tableau de l'ordre des variétés d'après les quantités de salpêtre prélevées à l'hectare : à l'inverse des classements précédents, les espèces les plus recommandables seront celles des derniers rangs, qui sont les moins chargées de ce sel. En regard, nous inscrivons le rang occupé par chaque variété d'après son rendement brut en racines à l'hectare.

TABLEAU XII. — Ordre des variétés d'après leur teneur en nitrate de potasse à l'hectare.

	Ordre d'après le rendement.
1. Jaune Globe de Sutton	1
2. Eckendorf jaune	6
3. Eckendorf rouge	3
4. Mammouth rouge longue de Sutton	2
5. Jaune intermédiaire de Sutton	5
6. Maurus Deutsch	7
7. Rose longue d'Allemagne	10
8. Globe jaune de Sutton	14
9. Crimson Tankard de Sutton	8
10. Golden Tankard de Sutton	12
11. Eckendorf blanche	9
12. Jaune longue d'Allemagne	11
13. Jaune géante de Vauriac	4
14. Jaune ovoïde des Barres	16
15. Tankard dorée	13
16. Géante Mammouth	15
17. Blanche collet vert du Nord	17

Une constatation intéressante ressort de ce tableau : pour la plupart des variétés, l'ordre d'après le salpêtre à l'hectare est le même ou diffère très peu de celui qui résulte du rendement en racines, et comme le nombre de betteraves récoltées à l'hectare est sensiblement identique pour toutes les variétés, puisque le mode de culture est semblable, on peut dire que les racines les plus lourdes sont aussi les plus chargées de salpêtre. C'est un point qui avait été démontré par les recherches de Barral et de M. Dehérain : nous le vérifions ici dans 17 expériences.

Il est intéressant de comparer aussi les quantités d'azote contenues dans les racines sous les deux états, organique et nitrique. Pour y réussir, nous avons déduit des quantités de matière azotée et de salpêtre celles d'azote qui leur correspondent (en divisant par 6.25 pour la matière azotée, et par 7.21 $= \frac{AzO^3K}{Az}$ pour le salpêtre, puis nous avons établi le rapport de l'azote nitrique à l'azote

total. Nous indiquons ci-dessous les résultats qui ont trait aux variétés pour lesquelles les chiffres sont les plus divergents.

TABLEAU XIII

VARIÉTÉS	Azote total à l'hectare.	Azote nitrique p. 100 d'azote total.
—	—	—
	kilogr.	
Jaune ovoïde des Barres	129	17
Blanche collet vert du Nord . . .	99	8
Géante Mammouth.	99	13
Jaune Globe de Sutton.	126	37
Eckendorf jaune.	106	40
Eckendorf rouge.	119	35

La quantité totale d'azote prélevée dans le sol est donc assez peu différente d'une espèce à une autre et elte est voisine également des nombres trouvés dans les expériences de Grignon en 1891. Mais la répartition de cet azote entre les deux états de matière organique et de nitrate est extrêmement variable, puisque, dans l' « Eckendorf jaune », par exemple, l'azote se trouve sous forme nitrique en proportion cinq fois plus forte que dans la « Blanche collet vert du Nord ». En outre, dans cette dernière variété, plus des 9/10 de l'azote est à l'état organique, c'est-à-dire assimilable par les animaux, tandis que les trois dernières renferment moins de 1/3 de leur azote sous cette forme, et plus de 2/3 à un état non seulement inutile pour la nutrition, mais jusqu'à un certain point nuisible.

Au sujet de l'épuisement du sol par cette accumulation des nitrates dans les racines, et de la valeur en argent que représentent ces quantités, on peut dire que, en estimant le salpêtre à 50 francs les 100 kilos (cours actuel), la récolte de « Jaune Globe de Sutton » renferme une valeur de 170 francs de ce sel, et à l'extrême, la récolte de « Blanche collet vert du Nord », une valeur de 29 francs seulement. La moyenne générale est supérieure à 100 francs. La perte que subit le cultivateur, de ce chef, est donc notable, et les variétés les moins chargées de salpêtre sont, comme nous le constatons encore, les plus recommandables.

Nous pouvons maintenant, comme nous l'avons fait précédemment, donner à nos résultats un caractère plus général en comparant entre elles les quantités des divers principes élaborés à l'hectare par l'ensemble des variétés des diverses origines. Le tableau

n° IX contient les données nécessaires à ce calcul : les nombres obtenus sont consignés dans le tableau ci-dessous (n° XIV).

TABLEAU XIV. — Rendement et composition moyenne à l'hectare des variétés de diverses origines.

	RENDEMENT	MATIÈRE sèche.	SUCRE	MATIÈRE azotée.	NITRATE de potasse.
	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
7 variétés Françaises	64.980	8.217	4.511	654	148
6 — Anglaises.	74.600	7.906	4.129	532	258
3 — Allemandes.	77.050	6.587	2.908	423	274
1 — Autrichienne	77.000	7.499	4.042	554	251
Moyenne générale.	71.210	7.777	4.066	526	215

Ces résultats moyens assignent aux diverses variétés un ordre de valeur alimentaire qui est le suivant :

TABLEAU XV. — Ordre de valeur alimentaire des betteraves de diverses origines, d'après leur composition moyenne à l'hectare.

	Rendement	Matière sèche.	Sucre.	Matière azotée.	Nitrate de potasse.
	—	—	—	—	—
7 variétés Françaises . . .	4	1	1	1	1
6 — Anglaises . . .	3	2	2	3	3
3 — Allemandes. . .	1	4	4	4	4
1 — Autrichienne. .	2	3	3	2	2

Ainsi, les rendements moyens, considérés seuls, placent les variétés Allemandes au premier rang et les variétés Françaises au dernier, avec un écart supérieur à 12,000 kilos. La matière sèche à l'hectare établit, au contraire, un ordre inverse, la supériorité restant aux variétés Françaises, qui en contiennent 20 p. 100 de plus que les variétés Allemandes. Les racines Anglaises donnent, il est vrai, à cet égard, un résultat très voisin de celui des racines Françaises, et la variété Autrichienne dépasse également de beaucoup les trois variétés Allemandes.

Comme on devait s'y attendre, les quantités à l'hectare de sucre et de matière azotée déterminent le même classement que les

quantités de matière sèche; quant au salpêtre, les poids croissants de ce sel contenu dans les diverses récoltes assignent aux variétés le même ordre que celui de la matière sèche; en sorte que nous retrouvons ce résultat déjà mentionné : les racines qui prélèvent dans le sol le plus de salpêtre sont celles qui contiennent le moins de matière sèche et qui donnent les plus forts rendements.

Remarquons aussi que les variétés Françaises sont, à cet égard, bien supérieures, puisqu'elles renferment au moins 100 kilos de salpêtre de moins que toutes les autres variétés.

Résumé

1. La culture de la betterave fourragère subit, depuis plusieurs années, une extension considérable dans le Finistère : de 1890 à 1896, la production totale des racines a sensiblement triplé, et le rendement moyen à l'hectare a suivi la même progression.

2. La betterave occupe des surfaces importantes sur le domaine de l'École du Lézardeau, qui entretient à l'année entière un bétail de 200 vaches laitières. Des expériences ont été exécutées cette année, en mettant en comparaison les variétés Françaises communément cultivées, avec plusieurs variétés d'origine Anglaise, Allemande et Autrichienne.

3. Les essais ont été exécutés sur une terre fertile, et dans des conditions de préparation du sol, d'époque de semis, d'écartement des lignes et de façons culturales, identiques à celles adoptées en grande culture. Dès le mois de septembre, on remarqua que le mode de végétation des diverses espèces était bien différent, les variétés étrangères étant généralement moins feuillues que les variétés Françaises.

4. Des écarts très notables ont été constatés dans les rendements à l'hectare, qui ont varié de 59,000 à 87,000 kilos. Les variétés Allemandes ont donné les récoltes moyennes les plus élevées, et les variétés Françaises les plus faibles. Parmi ces dernières, la variété « Jaune Géante de Vauriac » se signale spécialement par son rendement de 82,000 kilos, très supérieur à celui des six autres espèces indigènes en expérience.

5. La composition des racines est aussi importante à connaître que le rendement. On a déterminé, dans les diverses récoltes, la

teneur pour 100 en matière sèche, sucre, matière organique azotée et nitrate de potasse.

6. La proportion de matière sèche est, dans toutes les expériences, en ordre inverse du poids moyen d'une racine. Les écarts sont considérables, certaines variétés contenant moitié plus de matière sèche que certaines autres. Les racines Françaises possèdent, à ce point de vue, une supériorité manifeste; elle est due vraisemblablement à leur grande quantité de feuilles, qui a permis une élaboration abondante de principes. Ce résultat est un argument sérieux contre la pratique vicieuse, si répandue, de l'effeuillage partiel des cultures de betteraves.

7. Le rapport $\frac{\textit{Matière sèche}}{\textit{Densité du jus}}$ est sensiblement constant et égal à 2.8. Cette remarque est intéressante, car elle donne le moyen d'apprécier, d'une façon simple, la valeur d'une récolte : la densité du jus exprimé de quelques racines râpées, permet d'évaluer, avec une justesse suffisante, la teneur en matière sèche des betteraves.

8. Les variétés Françaises renferment aussi sensiblement plus de sucre et de matières protéiques que les espèces étrangères : les racines Allemandes sont nettement inférieures sous ce rapport aux autres variétés.

9. Les betteraves sont généralement d'autant plus chargées de salpêtre qu'elles sont moins riches en matière sèche, et que, par suite, les racines sont plus grosses. Les nombres qui indiquent les proportions de nitrate de potasse sont très supérieurs à ceux obtenus par M. Dehérain à Grignon : la cause en est principalement aux différences dans l'écartement des racines cultivées dans les deux cas. Les variétés Françaises contiennent les plus faibles quantités de salpêtre, et les variétés Allemandes en renferment les plus grandes quantités.

10. Les résultats analytiques obtenus peuvent être rapportés à l'hectare, en les combinant avec les rendements. On constate que les chiffres obtenus déterminent un classement des variétés très différent de celui donné par les récoltes. La variété Française « Jaune Géante de Vauriac » renferme, à l'hectare, plus de 1,000 kilos, soit 1/10 de matière sèche de plus que toutes les autres variétés. Les racines Allemandes, dont les rendements sont les plus élevés, contiennent, au contraire, les quantités minima

de matière sèche à l'hectare. On voit quelle erreur on commet dans le choix des variétés en recherchant seulement les hauts rendements sans tenir compte de la composition des racines.

11. Les quantités de sucre et de matière azotée dans la récolte d'un hectare suivent, en général, le même ordre que la matière sèche. Les racines Françaises viennent encore à cet égard en première ligne. De plus, le rapport $\frac{\textit{Sucre} + \textit{Matière azotée}}{\textit{Matière sèche}}$ est le plus élevé dans les variétés Françaises, qui sont ainsi supérieures non seulement pour la quantité mais aussi pour la constitution de la matière sèche.

12. Les doses de salpêtre prélevé à l'hectare varient de 60 à 350 kilos; ce dernier chiffre représente une valeur de 170 francs. L'ordre des variétés est, sous ce rapport, le même que celui des rendements bruts. En outre, la relation $\frac{\textit{Azote nitrique}}{\textit{Azote total}}$ est aussi très variable; dans plusieurs variétés Françaises, elle est seulement de 8 à 17 p. 100; dans les variétés Allemandes, elle s'élève à 35 et 40 p. 100.

13. En résumé, l'examen des quantités de principes nutritifs contenus dans les récoltes des diverses variétés permet d'établir le classement suivant : les sept espèces d'origine Française mises en expérience sont de qualité supérieure à tous égards, c'est-à-dire : abondance de matière sèche, de sucre, de matière azotée et pauvreté en nitrate de potasse. Les six variétés Anglaises viennent ensuite, suivies de la variété Autrichienne. Les trois betteraves d'origine Allemande sont manifestement de qualité beaucoup moindre.

Je suis heureux, en terminant, d'adresser mes remerciements à M. Baron, directeur de l'École pratique d'Agriculture du Lézardeau, qui a mis à ma disposition, pour ces expériences, non seulement l'une des meilleures pièces de son domaine, mais aussi ses attelages, ses ouvriers et ses instruments agricoles. M. Thiboult, chef de pratique à l'École, m'a secondé avec beaucoup de zèle pour toute la partie culturale de ce travail.

Ce mémoire était déjà imprimé lorsque nous avons pris connaissance d'un travail très important sur le même sujet, publié

par M. Dehérain dans le fascicule précédent (février) des *Annales agronomiques*. Les résultats obtenus par mon savant maître au champ d'expériences de Grignon, en 1896 et 1897, peuvent être rapprochés utilement des nôtres, en tenant compte des différences très notables de climat, de fumure, de sol, de mode cultural et de variétés expérimentées dans les deux cas.

Pendant la période de huit mois, mars-octobre 1897, la hauteur de pluie tombée sur notre région a été de 710^{mm},5; à Grignon, pendant le même temps, on a recueilli seulement 371^{mm},2, soit sensiblement moitié moins; l'année précédente, 1896, considérée comme très humide, avait fourni à Grignon 445 millimètres de pluie dans la même période. Le sol du Lézardeau est comparable, comme richesse, à celui de Grignon, sauf pour l'acide phosphorique, dont notre terre est médiocrement pourvue. En revanche, notre fumure s'est élevée à 80,000 kilos de fumier, tandis que celle de Grignon atteint au maximum 40,000 kilos de fumier et 200 kilos de nitrate de soude. Mais la différence principale réside dans le mode de culture : comme nous l'avons dit, nos racines ont été maintenues à un écartement de 0^{m},60 sur 0^{m},50, correspondant à un total de 33,300 racines à l'hectare : au champ d'expériences de Grignon, les lignes étant espacées de 0^{m},35 et les betteraves de 0^{m},25 sur la ligne, le nombre des racines à l'hectare est de 114,000, c'est-à-dire trois fois et demie plus que dans nos expériences.

Si nous comparons d'abord les rendements à l'hectare, nous trouvons, pour les dix-sept variétés essayées au Lézardeau, une moyenne de 71,210 kilos; à Grignon, les rendements moyens pour l'ensemble des parcelles sont de 52,800 kilos en 1896, et 61,200 kilos en 1897, c'est-à-dire sensiblement moindres. Mais la composition des racines est très différente dans les deux cas : alors que les betteraves de Grignon ont une teneur en matière sèche de 17 à 23 p. 100, les chiffres obtenus pour ce dosage dans nos racines varient de 8 à 13 p. 100, et une seule de nos variétés possède 15 p. 100 de matière sèche. Il en résulte que la comparaison de la matière sèche à l'hectare donne les nombres suivants :

Lézardeau	Moyenne de 17 variétés	7.777 kilos.
Grignon	1896. Moyenne de 4 variétés	8.179 —
—	1897. Moyenne de 3 variétés	9.766 —

Le poids de matière comestible récoltée à l'hectare est donc

très supérieur à Grignon, principalement pour les expériences de 1897.

Les teneurs en sucre et en matière azotée sont de même sens que celles de la matière sèche totale, et nos racines sont aussi, sous ce rapport, sensiblement moins nutritives. En outre, une comparaison intéressante peut être faite au sujet des quantités de salpêtre prélevé dans des différents cas. Nous trouvons :

Lézardeau	. Moyenne de 17 variétés, ...	215	kilos de salpêtre à l'hectare.
Grignon	. . 1896. Moyenne de 3 variétés . . .	32	— — —
—	. 1897. Moyenne de 3 variétés . . .	152	— — —

Nos betteraves sont donc notablement plus chargées de salpêtre que celles du champ d'expériences de Grignon.

En résumé, les résultats de nos recherches, comparés à ceux obtenus par M. Dehérain, conduisent aux conclusions suivantes : nous atteignons de plus forts rendements, mais les poids de matière sèche de sucre et de matière azotée à l'hectare sont sensiblement inférieurs pour nos récoltes, qui renferment aussi plus de salpêtre que celles de Grignon. Nous nous efforcerons, dans des essais ultérieurs, de montrer aux cultivateurs de notre région qu'il est plus utile pour eux de chercher à obtenir des racines de bonne qualité, plutôt que les rendements élevés, et que l'un des moyens les plus efficaces pour y parvenir est de cultiver les betteraves fourragères en lignes relativement serrées. G. P.

SUR LA FABRICATION DU FUMIER DE FERME

PREMIÈRE PARTIE

PERTES D'AZOTE DANS LES BERGERIES

PAR

M. Paul GAY,
Répétiteur de zootechnie à l'École de Grignon,

ET

M. DUPONT,
Chimiste à la Station agronomique de Grignon.

On est dans l'habitude, dans beaucoup de fermes, et notamment à Grignon, de ne curer les bergeries qu'une fois par mois environ; on se borne à remettre de la litière fraîche sur celle qui a été

salie et c'est seulement quand l'épaisseur de cette litière atteint 15 à 20 centimètres qu'on l'enlève et qu'on la porte au tas de fumier. On opère tout autrement dans les étables et dans les écuries : la litière salie est tous les jours portée au tas de fumier. Quelle est celle de ces deux méthodes qui est préférable ?

Notre maître M. P.-P. Dehérain, préoccupé d'éclairer cette question et de déterminer les causes qui entraînent les énormes pertes d'azote signalées par MM. Muntz et Girard dans l'important mémoire qu'ils ont inséré dans ce recueil [1], nous a prié d'étudier ce qui arrive quand les litières restent sous les moutons.

Il nous a paru que cette recherche comportait deux études successives, et qu'il fallait déterminer d'abord, quelle fraction de l'azote des aliments passe dans les excreta, et ensuite quelle quantité d'azote se trouve dans la litière, quand, au lieu de recueillir exactement toutes les matières rejetées par les animaux, on reçoit ces matières sur une litière de paille, qu'on laisse sous l'animal, en se bornant à la recouvrir de paille fraîche, ainsi que cela se pratique dans les bergeries.

§ 1er. — Détermination de la fraction de l'azote des aliments qui passe dans les excreta.

Disposition de l'expérience. — Il est facile de déterminer avec exactitude la quantité d'azote contenue dans les aliments consommés par l'animal mis en expérience ; on peut même recueillir sans pertes toutes les déjections émises, et nous allons indiquer plus loin comment nous y avons réussi ; mais il est plus difficile d'apprécier exactement la quantité d'azote utilisée, fixée par l'organisme animal pendant l'expérience. En effet, si les animaux augmentent de poids, cette augmentation est due non seulement à la formation de tissus azotés, mais aussi à des dépôts de graisse, et dès lors la pesée de l'animal en expérience, au début et à la fin des essais, ne suffit pas à déterminer avec exactitude l'azote utilisé.

Nous avons tourné cette difficulté en prenant comme animal d'expériences un bélier adulte, et en réduisant la durée des observations, de telle sorte que l'animal conservât pendant leur courte

1. T. XIX, p. 5.

durée son poids initial; dans ces conditions, nous devions retrouver dans les excreta une forte fraction, sinon la totalité, de l'azote des aliments.

Notre problème se réduisait donc aux deux termes suivants : analyser d'abord avec soin la ration et peser exactement les aliments ingérés; on déduisait de ces analyses et de ces pesées, l'azote fourni à l'animal; et, d'autre part, recueillir sans perte et soumettre à l'analyse tous les excréta; en comparant les deux nombres, on arrivait à voir quelles pertes d'azote se produisent pendant que les aliments traversent le tube digestif. — Les physiologistes admettent que ces pertes sont nulles et nous n'avons nullement l'intention de discuter cette question importante; nous cherchions seulement à avoir une base solide pour calculer les pertes qui se produisent pendant que les déjections de l'animal recueillies dans les litières séjournent dans la bergerie.

Préparation de la ration. — Elle a consisté en foin de luzerne et en avoine. Le foin, après avoir passé au hache-paille, était bien brassé; on en a réuni, dans une grande boîte de bois, une quantité suffisante pour la durée des observations; l'avoine était réunie dans un grand sac, bien brassée et bien homogène. On pesait avec grand soin le foin et l'avoine distribués.

Appareils employés pour recueillir les déjections. — L'un de nous a déjà décrit le sac destiné à recueillir les excréments solides. Solidement attaché avec des courroies, ainsi qu'on le voit dans le dessin ci-après, ce sac fonctionne très bien. — Il est plus difficile de retenir intégralement les urines. Pour y réussir, il fallait adapter au bélier un entonnoir en caoutchouc muni d'un long tube pénétrant dans un flacon de verre où l'urine devait se réunir; mais il fallait se mettre en garde contre deux dangers : d'une part, que le bélier, en se déplaçant dans sa stalle, n'entraînât le tube de caoutchouc fixé à l'entonnoir, hors du flacon récepteur, et de l'autre, que ce flacon ne se renversât.

Pour conduire l'expérience à bonne fin, nous avons fait construire une stalle trop étroite pour que l'animal pût s'y retourner : il se couchait, avançait ou reculait de quelques pas, mais ces mouvements avaient trop peu d'amplitude pour entraîner le tube hors du flacon. Nous avons, en outre, fait élever d'un mètre environ audessus du sol le plancher de la stalle; ce plancher a été percé d'un orifice au travers duquel on a engagé le tube de caoutchouc

descendant dans le flacon qui, placé lui-même au-dessous du plancher, ne courait aucun risque.

Alimentation préalable. — Avant de commencer l'expérience, on a soumis le bélier à un régime préparatoire, afin de déterminer exactement quelle ration il devait recevoir sans faire de restes. On a distribué cette ration à l'animal pendant trois jours avant



Disposition adoptée pour recueillir les excreta du bélier.

de mettre les sacs, afin que tous les résidus d'une alimentation précédente non déterminée fussent expulsés. Les sacs ont été ensuite fixés sur l'animal, et l'expérience s'est continuée pendant sept jours, sans accident.

Résultats de l'expérience. — Les excréments solides contenus dans le sac ont été recueillis deux fois par jour; on les a pesés, bien mélangés, et on a prélevé un échantillon moyen, sur lequel on a déterminé l'humidité; la matière sèche, broyée, a été conservée dans un flacon pour être soumise à l'analyse.

L'urine recueillie dans le flacon a été mesurée et analysée chaque jour.

Les résultats de cette première recherche sont réunis dans le tableau suivant :

Aliments ingérés par le bélier pendant les sept jours d'expériences.

	gr.
Avoine, 2 kil. 985 de matière sèche contenant, à raison de 2.67 p. 100 d'azote	79 6
Foin de luzerne, 4 kil. 445 de matière sèche contenant, à raison de 2.06 p. 100 d'azote	91 5
Azote total ingéré	171 1

Matières rejetées par le bélier pendant les sept jours d'expériences.

	gr.
Poids des excréments solides après dessiccation, 2 kil. 884 contenant, à raison de 2.27 p. 100 d'azote	65 4
Urines, 20 kil. 038 contenant	98 0
Azote total rejeté	163 4
La perte d'azote est donc de	7 7
ou de 4.5 p. 100.	

Bien que sensible, la perte n'est pas considérable, et nous allons pouvoir nous appuyer sur ces premiers résultats pour discuter ceux que fournit notre second essai.

§ 2. — Pertes d'azote quand l'animal en expérience repose sur une litière de paille.

Disposition de l'expérience. — Cette seconde expérience a été exécutée dans les conditions suivantes : le même bélier, soumis à la ration qu'il avait reçue pendant la première période, a été débarrassé du sac et de l'entonnoir en caoutchouc, mais on lui a adapté une muselière qui l'empêchait d'ajouter aux aliments pesés un poids de paille inconnu.

En outre, on prenait la précaution, au moment des repas, d'attacher court l'animal devant l'auge où se trouvait sa ration, afin qu'il ne pût pas s'arrêter pour saisir la paille de sa litière. Aussitôt que le repas était terminé, on remettait au bélier sa muselière, toujours dans la crainte qu'il ne mangeât une quantité inconnue de la paille sur laquelle il reposait.

Le plancher avait été remplacé par une feuille de zinc, légère-

ment inclinée vers la partie postérieure de l'animal ; on avait songé d'abord à la munir d'une rigole pour recueillir les urines si elles n'étaient pas entièrement absorbées par la litière; cette précaution aurait été, au reste, trouvée inutile ; la paille a retenu intégralement les urines. On a employé comme litière un lot de paille pesée et hachée afin qu'il fût plus facile de constituer des échantillons moyens.

Au début, on couvrit la plaque de zinc formant plancher, de 5 kilos de paille, puis à partir du quatrième jour, on répandit tous les matin 1 kilo de paille fraîche qui recouvrait la litière salie. On opérait donc comme on le fait habituellement dans les bergeries, où, ainsi qu'il a été dit déjà, l'on n'enlève le fumier qu'après un temps assez long, mais en y ajoutant chaque jour de la litière fraîche. L'auge contenant les aliments pesés n'était présentée au bélier qu'au moment des repas; il avait bon appétit et consommait intégralement sa ration; on continuait, au moment des repas, à attacher court le bélier afin qu'il ne pût pas manger la paille de la litière.

On a prélevé, chaque jour, un échantillon de la paille employée comme litière et un échantillon du foin de luzerne, extraits toujours de la même caisse, et de l'avoine puisée dans le même sac.

Après le quatorzième jour, le bélier fut renvoyé à la bergerie. L'expérience était terminée; ainsi qu'il a été dit, aucun écoulement de liquide n'avait eu lieu; les urines émises avaient été intégralement retenues par la litière. Avant de peser le fumier, on chercha si l'atmosphère confinée renfermait de l'ammoniaque. Un tube de verre fut introduit dans la masse, on l'avait relié d'abord avec un tube de Warentrapp renfermant 20 centimètres cubes d'acide sulfurique titré, de l'autre avec un grand aspirateur. On fit passer ainsi au travers de l'acide sulfurique, 50 litres d'air puisés en divers points du fumier, en changeant le tube de place à cinq reprises différentes. Ce courant d'air entraîna 3 milligr. 4 d'ammoniaque.

Il convient d'insister sur ce point. La litière salie restant sous les animaux abandonne à l'air de l'ammoniaque. Hors, à bien des reprises différentes, M. Dehérain, puis M. Hébert, ont essayé en vain d'en obtenir du fumier dressé en tas dans la cour de la ferme ; jamais ils n'ont vu changer le titre de leur acide sulfurique.

Le fumier du bélier fut mélangé et pesé par lots de 4 à 5 kilos;

dans chacun de ces lots, on prit un échantillon de même poids qui servit à constituer l'échantillon moyen.

La paille distribuée successivement comme litière pesait 16 kilos, contenant 10 kil. 08 de matière sèche ; le fumier obtenu présenta un poids de 53 kil. 124 grammes.

Le calcul de l'azote des aliments consommés dans cette seconde expérience ne présente aucune difficulté.

Nous avons donné pendant les quatorze jours :

Azote dans les aliments consommés.

	gr.
Avoine, 6 kil. 055 de matière contenant, à raison de 2.58 p. 100 d'azote	156 2
Luzerne, 8 kil. 871 de matière sèche contenant, à raison de 2.13 p. 100 d'azote	188 9
Azote total ingéré	345 1

	gr.
Les 53 kil. 124 de fumier recueillis renfermaient azote p. 100 : 0.606 (moyenne de 9 dosages), soit azote total	321 9

Ces 321 grammes contiennent l'azote rejeté avec les excréments et l'azote des litières; celui-ci n'a pas varié ; il convient donc de retrancher de l'azote du fumier celui de la paille, afin de savoir quelle est la fraction de l'azote ingéré qui a été perdue.

	gr.
Les 10 kil. 050 de paille sèche renfermaient à raison de 0.529 p. 100 d'azote de la litière	53 1

En retranchant 53 gr. 1 des 321 gr. 9 de l'azote du fumier produit, nous trouvons 321.9 — 53,1 = 268.8. Or, l'azote total ingéré étant de 345 gr. 1, nous en dosons seulement dans le fumier 268.8 ; c'est-à-dire que 345.1 — 268.8 = 76 gr. 3, se sont dissipés: la perte est donc 22.1 p. 100 de l'azote ingéré.

Une partie seulement de cette perte doit cependant être attribuée au procédé employé pour recueillir les excreta; en effet, nous avons vu dans le paragraphe précédent qu'en recueillant complètement les excréments solides et les liquides, nous avons constaté sur 100 d'azote ingéré une perte de 4.5 p. 100; si nous admettons que dans l'expérience actuelle il n'y a eu en réalité que 95.5 p. 100 de l'azote ingéré qui soit arrivé au fumier, nous trouvons que la litière a reçu seulement 329 gr. 5 d'azote ; et comme le fumier en contient 268.8, il y aurait eu perte de 329.5 — 268.8 = 50 gr. 7, ou de 15.2 p. 100.

Cette perte est analogue à celles qui ont été constatées par MM. Muntz et Girard, elle est plus faible cependant, ce qui tient sans doute à ce que l'expérience ayant été de moins longue durée que celle de ces Messieurs, le fumier est resté moins longtemps sous le bélier.

Là s'arrête la mission que nous avait confiée M. Dehérain. Nous avons reconnu que bien que nous ayons mis tous nos soins à opérer correctement, nous n'avons pas retrouvé intégralement dans les excreta l'azote continu dans les aliments consommés. La différence est minime, infiniment plus faible que celle qui se produit quand les excréments tombent sur une litière de paille, assez abondante cependant pour absorber complètement toutes les urines émises.

A quelles causes convient-il d'attribuer ces pertes, comment peut-on les éviter? C'est là le sujet du mémoire que M. Dehérain donnera prochainement aux *Annales*.

SUR LA RÉDUCTION DES NITRATES

DANS LA TERRE ARABLE

(*Deuxième mémoire*)

PAR

M. P.-P. DEHÉRAIN,

Membre de l'Académie des sciences.

Nous avons inséré dans le tome XXIII de ce recueil (p. 602) un résumé des travaux publiés en Allemagne sur l'action dénitrifiante du fumier de ferme; on a vu que M. Wagner avait reconnu qu'il avait tiré de ses expériences des conclusions excessives, et qu'il n'était pas nécessaire avant de répandre le fumier de ferme, de le traiter par l'acide sulfurique, afin de tuer les bactéries dénitrifiantes qu'il renferme.

Toutefois M. Schneidervind aurait établi que les pentosanes contenues dans la paille du fumier frais pourraient servir d'aliments aux bactéries dénitrifiantes comme le fait l'amidon, et que, par suite, le fumier frais ou la paille exercerait parfois des actions nuisibles.

Cette manière de voir de M. Schneidervind m'a décidé à ter-

miner quelques essais qui avaient été disposés à la fin de 1896 et qu'on avait laissés de côté, considérant la question comme épuisée. On va voir cependant qu'on peut tirer quelques indications de ces expériences.

On avait mélangé le 13 octobre 1896, à 100 grammes d'une terre provenant du domaine de Marmilhat, dans la Limagne d'Auvergne, 1 gramme d'amidon; à ce moment, cette terre, renfermant 23 centièmes d'humidité, contenait 126 milligrammes d'azote nitrique dans 100 grammes supposés secs.

Le 31 octobre on procéda au lavage de 50 grammes de cette terre: on y trouve encore des nitrates, et en rapportant à 100 grammes de terre, de façon à comparer le dosage à celui qui a été fait au début, on ne trouve plus que 112 milligrammes; la diminution, quoique sensible, n'était cependant pas très forte.

On ajouta, aux 50 grammes de terre restants, 1 gramme d'amidon; ce qui correspond à 2 grammes pour 100 grammes, et le 2 décembre on procède à un second dosage; on constate encore dans les 50 grammes : 42 milligrammes d'azote nitrique.

Un second échantillon tout semblable au précédent a reçu comme lui 1 gramme d'amidon le 13 octobre 1896; on a examiné la terre à diverses reprises et on a remis de l'amidon par dose de 1 gramme toutes les fois qu'on a constaté que celui qui avait été ajouté au début avait disparu. Les doses successives d'amidon ont représenté 4 grammes; le 2 décembre 1896 on a trouvé seulement 30 grammes d'azote nitrique; ainsi la réduction avait été plus énergique, parce que la dose d'amidon ajouté avait été plus forte.

Les 50 grammes restants furent maintenus à l'étuve pendant toute l'année 1897, et c'est seulement le 20 décembre qu'on chercha l'azote nitrique; on n'en trouva plus pour 100 grammes que 1 milligr. 4.

La réduction, après ce long espace de temps, a donc été à peu près complète. Les faits que je viens de rapporter ne font que confirmer ceux que j'avais exposés dans le mémoire précédent, tome XXIII, p. 49, et il semble au premier abord inutile d'y revenir; on va voir cependant qu'il y avait quelque intérêt à les rappeler.

Le 13 octobre 1896, on avait disposé deux autres expériences avec de la terre provenant encore de la Limagne d'Auvergne, mais

prélevée sur le domaine de Palbost; au moment où cette terre a été mise en expériences, elle renfermait encore 23 centièmes d'humidité, et 88 milligrammes d'azote nitrique pour 100 grammes; on y ajouta 1 gramme de menus débris de paille coupée aussi finement que possible, de façon à bien l'incorporer à la terre.

Le 2 décembre 1896, on procéda au dosage et on trouva que la terre ne renfermait plus que 61 milligr. 3 d'azote nitrique dans 100 grammes; la diminution avait donc été sensible; le 23 décembre, on détermina l'azote nitrique sur les 50 grammes restants, on trouva cette fois que, loin de diminuer, l'azote nitrique avait légèrement augmenté; on dosa 65 milligr. 8. Ainsi la dénitrification, loin de progresser comme dans la terre imprégnée d'amidon, s'était arrêtée rapidement.

Le second échantillon de terre de Palbost, additionné encore de 1 gramme de paille, fut conservé à l'étuve pendant toute une année, et on ne l'épuisa que le 20 décembre 1897; on trouva que la réduction avait été bien faible, puisque la terre contenait encore 65 milligr. 4 d'azote nitrique.

Pour bien préciser les effets constatés, ramenons nos nombres à une unité commune : 100 milligrammes d'azote nitrique au début, et nous trouvons :

Réduction comparée des nitrates par le mélange à la terre de l'amidon ou de la paille.

		AZOTE NITRIQUE DANS 100 GRAMMES DE TERRE				
		Au début le 12 octobre 1896.	31 octobre 1896.	2 décembre 1896.	23 décembre 1896.	20 décembre. 1897.
		—	—	—	—	—
		milligr.				
Terre de Marmilhat.	N° 1. .	100	88.8	53.3	»	»
(Amidon).	N° 2. .	100	»	»	24.6	1.11
		milligr.				
Terre de Palbost.	N° 1. .	100	»	69.6	76.7	»
(Paille).	N° 2. .	100	»	»	»	74.3

Ainsi tandis que la quantité de nitrates diminue régulièrement jusqu'à devenir nulle quand la terre est mélangée d'amidon, elle ne baisse que d'un tiers sous l'influence de la paille, puis cette action dénitrifiante, au lieu de s'accélérer comme sous l'influence de l'amidon, s'évanouit.

Il est bien entendu que je n'ai nullement l'intention, en rappelant ces essais, de critiquer les expériences de M. Schneidervind,

et je ne saurais le faire, car pour comparer exactement l'influence des pentosanes de la gomme de paille ou du xylose à celle de l'amidon, il aurait fallu séparer ces principes immédiats de la paille et les incorporer au sol, comme on l'a fait pour l'amidon; c'est seulement en opérant ainsi qu'on saurait si les sucres à cinq atomes de carbone sont, pour les bactéries dénitrifiantes des aliments, aussi efficaces que les polymères des sucres en C^6; aussi je ne discute pas cette question théorique, mais seulement l'action néfaste que peut exercer la paille; si cette action, étudiée au laboratoire dans le mémoire précédent, est incontestable, comme l'a vu M. Bréal depuis longtemps [1], comme je l'ai reconnu moi-même, il convient, en outre de discuter son action agricole. Nous avons vu qu'en mélangeant à la terre le centième de son poids de paille nous détruisions environ le tiers des nitrates préexistants; or, en supposant qu'on mélange seulement la paille avec la couche superficielle de terre qui, pour un hectare, pèserait non plus 4,000 tonnes comme le sol actif jusqu'à 30 centimètres, mais seulement 2,000 tonnes, il faudrait y ajouter 20 tonnes de paille pour se retrouver dans les conditions de notre expérience; or, cette addition est difficile, mais non impossible; elle est difficile, car jamais un cultivateur ne s'avisera d'introduire de la paille sèche : il ne portera dans son champ que du fumier frais; or, ce fumier renferme les trois quarts de son poids d'eau, par conséquent pour avoir 20 tonnes de paille, il faudra incorporer 80 tonnes par hectare; c'est là une fumure excessive, et M. Paturel a montré récemment que le simple séjour du fumier en quantité notable sur la terre, par un temps pluvieux, exerçait déjà une influence néfaste [2].

Cette influence est-elle due à l'introduction des bactéries dénitrifiantes de la paille, cela est possible; j'ai montré, en effet, dans mon premier mémoire, que le fumier frais, ajouté à une dissolution de nitrates, exerçait une action réductrice; mais on peut supposer, en outre, que l'influence fâcheuse du fumier donné en grande masse n'est pas due à une réduction des nitrates préexistants, mais à un arrêt dans leur formation, arrêt qu'occasionnerait la grande masse de la matière organique et la concentration des sels ammoniacaux.

1. *Ann. agr.*, t. XVIII, p. 181.
2. T. XXIII, p. 369.

Quoi qu'il en soit, nous voyons, à la suite de la discussion précédente, que la divergence d'opinions qui s'était produite entre les agronomes allemands et moi, s'atténue.

Nous sommes, les uns et les autres, d'accord sur ce point que l'emploi du fumier consommé ne présente pas de dangers; les bactéries dénitrifiantes de la paille y ont disparu, d'une part, par destruction des pentosanes de la paille par fermentation aérobie; par suite, en outre des conditions absolument fâcheuses pour elles que présente l'atmosphère réductrice du tas de fumier, où elles ne trouvent ni oxygène libre ni oxygène combiné dont elles puissent se saisir comme elles s'en saisissent dans les nitrates.

Nous sommes encore d'accord sur ce point que le fumier frais renferme des bactéries dénitrifiantes, comme en renferme la paille elle-même; seulement j'ajoute aux notions déjà connues que cette action dénitrifiante est faible, que pour la mettre en évidence il faut employer des quantités de fumier excessives, et que, par suite, il est bien inutile, pour se garer d'un danger problématique, d'engager la culture dans la dépense qu'entraînerait le traitement du fumier par l'acide sulfurique ou les superphosphates acides.

Il est bien entendu, en effet, qu'il n'existe pas de nitrates dans le fumier, au moins je n'en ai jamais trouvé, par conséquent, on ne peut pas recommander de rendre le fumier acide pour empêcher la destruction de nitrates qui n'existent pas; on ne l'a recommandé que pour empêcher le fumier d'exercer son action dénitrifiante dans le sol lui-même, et nous venons de montrer que cette action ne peut se produire qu'autant qu'on emploie le fumier avec une extrême profusion, ce qui n'arrive pas.

Il est vrai qu'on a dit qu'il fallait acidifier le fumier pour empêcher la déperdition des sels ammoniacaux, mais c'est là une question absolument différente de la précédente; nous y reviendrons très prochainement, et nous montrerons qu'on peut beaucoup atténuer les pertes, sans s'astreindre à l'emploi des acides.

REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Physiologie végétale.

Les bactéries des nodosités des légumineuses peuvent-elles, avec le temps, vivre sur d'autres espèces que celles dont elles proviennent? par le Dr Nobbe et le Dr Hiltner, de Tharand[1]. — Les auteurs ont autrefois démontré que chaque espèce de légumineuse avait sa forme propre de bactérie radicicole, seule capable de développer sur ses racines des nodosités; toute infection d'une autre origine reste sans effet.

Leur nouveau travail a pour but de rechercher si cette dépendance étroite ne peut disparaître avec le temps.

Ils ont utilisé pour cela le matériel de leurs premières expériences. On se souvient que Nobbe et Hiltner avaient semé en sol stérilisé six espèces de légumineuses :

1. *Robinia*, 2. *Pisum*, 3. *Trifolium*, 4. *Ornithopus*, 5. *Lathyrus*, 6. *Anthyllis*, et chacune de ces espèces fut, à son tour, ensemencée de cultures pures de trois origines :

1. *Robinia pseudacacia*, 2. *Pisum sativum*, 3. *Trifolium pratense*.

A l'automne, ils ont enlevé seulement les parties aériennes de ces cultures, laissant dans les pots les racines et leurs colonies microbiennes. Dix-huit de ces pots, répartis en trois séries, d'après la nature de leurs bactéries, ont reçu, au printemps 1894, des graines de Robinia, de Pisum et de Trifolium.

On peut donc se trouver, pour chacune de ces espèces, dans les quatre cas suivants. Prenons comme exemple le Robinia :

I. — Le sol contient les bactéries du Robinia :

1. Le Robinia se succède à lui-même;
2. Le Robinia succède à une autre légumineuse.

II. — Le sol contient des bactéries étrangères (Pisum ou Trifolium) :

3. Le Robinia se succède à lui-même;
4. Le Robinia succède à une autre légumineuse.

Il est évident que la croissance des plantes semées en 1894 a été influencée non seulement par la nature des bactéries contenues dans le sol, mais encore par d'autres causes : en particulier, les réserves d'azote non utilisées par la culture précédente, les débris de racines et l'infection spontanée du sol par des bactéries autres que celles étudiées.

Mais c'est l'influence de la nature des bactéries qui domine de beaucoup, et les résultats sont, à cet égard, d'une grande netteté.

Pour les trois plantes étudiées, le maximum de récolte a été obtenu dans les deux premiers des cas exposés plus haut; c'est-à-dire quand le Robinia, par exemple, a été cultivé dans un sol contenant des bactéries du Robinia.

1. *Landw. Versuchsst.*, t. XLIX, 1897, p. 467 et 481.

Voici les quantités totales de matière sèche produite par cette espèce dans les trois séries de pots en expérience :

Origine des bactéries.	Matière sèche totale produite dans les 6 pots de la série[1].
—	—
	gr.
Série A. — Robinia.	50 0
Série B. — Pisum.	3 7
Série C. — Trifolium. . . .	10 7

Les deux autres espèces ont donné des résultats semblables, pour lesquels nous renvoyons à l'original.

Il faut en conclure que les bactéries ensemencées en 1893 ont conservé en 1894 leurs propriétés, et qu'elles continuent à vivre sur la même espèce de Légumineuses.

Les chiffres fournis par Nobbe et Hiltner confirment, en outre, un fait souvent constaté dans la pratique : c'est quand Robinia se succède à lui-même qu'il donne, dans tous les cas, la plus faible récolte, alors que les plants de *Pisum* et *Trifolium*, cultivés dans le même pot, livrent une récolte moyenne ou forte, suivant les cas. Il n'y a donc pas eu épuisement du sol[2], mais il semble que la terre soit fatiguée de porter la même plante.

Enfin, un fait très important est mis en évidence dans ce mémoire. Les bactéries du *Robinia* ont développé des nodosités sur les racines des deux autres espèces : *Pisum* et *Trifolium;* mais les colonies ainsi fixées ont été incapables d'aider à la croissance de leurs hôtes, et, malgré leur aide, les légumineuses n'ont donné que de faibles récoltes.

Il semble donc, d'une part, que la relation si étroite des bactéries radicicoles et de leurs hôtes ait une tendance à diminuer avec le temps ; ensuite que les colonies établies dans les nodosités sont de valeur différente, les unes étant actives, tandis que les autres restent inactives.

Les auteurs ont cherché à différencier ces deux modes, et ils ont, en réalité, trouvé des dissemblances physiques entre les deux formes de bactéries, les bactéries inactives se présentant sous le microscope en groupes complexes, impossibles à diviser, noyées dans une masse gélatineuse.

A. C.

La répartition de la Glutamine dans les plantes. Deuxième mémoire de E. Schulze (de Zurich)[3]. — Depuis la publication de son premier mémoire, l'auteur a constaté la présence de glutamine dans les plantes suivantes ;

Lepidium sativum, Crucifères ;

Raphanus sativus, idem ;

Camelina sativa, idem ;

Spergula arvensis, Caryophyllées ;

1. La série comprend les 6 pots ayant respectivement porté en 1893. 1. Robinia; 2. Pisum ; 3. Trifolium ; 4. Ornithopus ; 5. Lathyrus ; 6. Anthyllis.

2. D'ailleurs, les auteurs ont eu soin d'assurer par une fumure appropriée la nutrition minérale des plantes.

3. *Landw. Verschusst.*, t. XLIX, 1897, p. 442 et 447.

Spinacia glabra, Chénopodiacées;
Picea excelsa, Abiétinées.

La glutamine a été isolée de la façon suivante: l'extrait obtenu en épuisant les plantes par l'eau est déféqué par l'acétate de plomb et on précipite la glutamine du liquide clair par l'azotate de mercure. Le précipité est décomposé par l'hydrogène sulfuré et la glutamine s'obtient en cristaux par concentration de la solution; on l'identifie par l'ensemble de ses caractères physiques et chimiques.

Les nouveaux résultats de Schulze montrent la répartition considérable de la glutamine dans le règne végétal; on l'a trouvée[1] dans les familles les plus éloignées : Cryptogames et Phanérogames, Gymnospermes et Angiospermes.

De plus, Schulze a trouvé de la glutamine dans les germes d'un certain nombre de plantes qui ne contenaient pas d'asparagine. Il y a donc des familles chez lesquelles les réserves azotées des graines se transforment pendant la germination en glutamine, qui est, au même titre que l'asparagine, une forme de voyage. C'est le cas des Crucifères (cinq espèces), des Caryophyllées (*Spergula saponacia*)[2] et peut-être aussi des Chenopodiacées.

Y-t-il un grand nombre de plantes qui soient dans ce cas? Nous l'ignorons encore, comme nous ignorons aussi la cause qui amène chez les plantes étudiées la substitution de la glutamine à l'asparagine.

Schulze a bien observé que la glutamine se rencontre de préférence dans les germes sortis de graines oléagineuses ou riches en réserves grasses. Mais la règle n'est pas générale, et il n'a pu caractériser la glutamine dans les plantules des trois espèces suivantes :

Papaver somniferum, *Tripolum majus*, *Pinus sylvatica*, dont les graines contiennent cependant une forte proportion de matières grasses.

L'influence de l'éclairement est nulle sur ce phénomène; on trouve de la glutamine aussi bien dans les germes poussés à la lumière que dans ceux qui croissent à l'obscurité (*Ricinus communis*, *Sinapis alba*, *Picca excelsus*).

La glutamine paraît être moins abondante dans les germes que l'asparagine; le chiffre le plus élevé trouvé par Schulze s'élève à 2 1/2 p. 100 de la matière sèche (racines et axe hypocotylé du *Ricinus communis*). Cette différence peut tenir, en partie, à ce que la production de la glutamine exige une dépense de matières premières, empruntées aux réserves de la graine, plus élevée que celle nécessaire à la formation d'asparagine. Mais elle est due surtout aux imperfections du procédé opératoire, qui ne permet d'isoler qu'environ la moitié de la glutamine existant réellement. Enfin, les graines dont les germes contiennent de la glutamine sont en général fort riches en réserves non azotées et ne peuvent, par suite, amasser autant d'amides que les graines riches en azote des Lupins et des autres plantes de la famille des Légumineuses.

Il est bon d'ajouter que la présence de la glutamine dans les germes

1. On connaît actuellement 22 espèces, réparties dans 10 familles.
2. Borodin et Palladin n'ont pas trouvé d'Asparagine chez les Caryophyllées.

n'entraîne pas forcément sa production aux autres périodes de la vie de la plante. A. C.

Influence de l'aldéhyde formique sur le pouvoir germinatif des graines, par le D[r] KINZEL, de Dahme[1]. — Avant d'utiliser d'une façon courante les propriétés antiseptiques énergiques de l'aldéhyde formique pour détruire avant les semailles les germes des maladies cryptogamiques des céréales, il était important d'établir quelle action ce produit exerce sur les graines mêmes qu'il s'agit de traiter.

Des graines de blé, de seigle, d'orge, d'avoine, de trèfle, de lupin et de lentille ont été immergées dans des solutions d'aldéhyde formique de concentration diverse et soumises, après cette immersion, à la germination. Cette expérience a fixé les conditions de la pratique; une immersion d'une heure dans une solution à 0.1 p. 100 ne modifie en rien la faculté germinative des graines; une immersion plus longue ou dans des solutions plus concentrées est, au contraire, suivie à bref délai d'accidents nombreux: cotylédons raccourcis, radicule comprimée, qui peuvent aller jusqu'à disparition complète de toute germination.

D'ailleurs, la solution conseillée par l'auteur agit très nettement sur les spores des cryptogames parasites et les détruit fort bien; sa faible concentration en assure une longue conservation. Elle constitue donc un excellent préventif des maladies cryptogamiques des plantes cultivées. A. C.

Chimie agricole.

L'azote et la végétation forestière, par M. ED. HENRY[2]. — Toutes les cultures provoquent une certaine exportation d'azote et de matières minérales. Il est maintenant bien connu que ces pertes doivent être réparées par les distributions d'engrais, sous peine de voir le sol s'épuiser assez promptement, surtout en substances azotées. Les légumineuses seules font exception à cette dernière règle, puisqu'elles fixent l'azote atmosphérique et maintiennent ainsi la terre sur laquelles elles croissent dans un état de richesse satisfaisant.

En dehors des cultures agricoles, il existe cependant une végétation qui semble se comporter tout autrement au point de vue des exigences; nous voulons parler de la végétation forestière. On sait que, malgré l'absence d'apport de tout engrais, on observe une production continue de matière ligneuse et que, de plus, le sol forestier s'enrichit constamment en azote. La découverte des causes de cette anomalie depuis longtemps signalée vient de faire un grand pas par les travaux de M. Henry, professeur à l'Ecole forestière, travaux que M. Grandeau a exposés dans deux articles fort intéressants publiés dans le *Journal d'agriculture pratique*[3], et que nous résumons ici.

1. *Landw. Verschusst.*, t. XLIX, 1897, p. 461 et 467.
2. *Comptes rendus de la Société des Sciences de Nancy.*
3. 1897, t. II, p. 411 et 485.

Une des principales causes d'appauvrissement en azote des terres agricoles consiste, en dehors de l'exportation due aux récoltes, dans l'entraînement par les eaux de drainage des nitrates dus à l'action des ferments nitrifiants sur les substances azotées du sol et qui n'ont pas été utilisés par les plantes. Les recherches de M. Dehérain ont d'ailleurs établi l'importance que pouvaient atteindre ces pertes en azote.

Au contraire, dans les sols forestiers, on n'observe pas ces causes de déperdition, car la nitrification y est insensible ainsi que l'ont établi d'abord les belles recherches de Boussingault, puis celles plus récentes de M. Ebermayer, à Munich, de M. E. Bréal [1], et enfin celles de M. Henry lui-même. Tous ces auteurs n'ont jamais pu déceler la présence de nitrates dans les terres des forêts.

Mais cette absence de nitrates provient-elle d'une production nulle ou négligeable ou d'une destruction immédiate, et au fur et à mesure de la formation de l'azote nitrique par des ferments dénitrificateurs? Cette dernière hypothèse est très vraisemblable, l'existence de ces ferments ayant été prouvée dans les milieux réducteurs par MM. Gayon et Dupelit, d'une part, Dehérain et Maquenne [2], d'autre part; et M. E. Bréal ayant montré dernièrement [3] que de tels organismes sont répandus dans tous les débris végétaux : pailles, feuilles mortes, etc.

Ces pertes d'azote à l'état libre se joindraient donc à celles dues à la formation de la matière ligneuse et rendraient d'autant plus inexplicable l'enrichissement en azote que l'on observe dans les sols forestiers.

M. Henry fait remarquer que cet apport ne peut provenir des agents atmosphériques, pluie, neige, qui renferment si peu de combinaisons azotées; mais il peut être dû en partie aux plantes légumineuses : genêts, ajoncs, cytises, coronilles, spartiers, etc., qu'on rencontre parmi les végétaux des forêts; enfin l'auteur a montré qu'une dernière source très importante d'enrichissement en azote consistait dans la fixation de ce corps à l'état libre par les feuilles mortes.

M. Henry a recueilli une certaine quantité de feuilles mortes de chêne et de charme et, après y avoir dosé l'azote, les a disposées dans des caisses métalliques dont le fond était garni, pour les unes, de plaques calcaires, pour les autres, de plaques siliceuses (grès bigarré); l'ouverture supérieure était libre et garnie seulement d'un grillage en fil de fer galvanisé; les caisses ont été placées en plein air sur un support de 60 centimètres de hauteur. Les feuilles ont été de nouveau analysées après une année d'exposition à l'air; les chiffres d'azote suivants ont été obtenus :

	Azote primitif p. 100 de matiere sèche.	Azote final p. 100 de matière sèche.	Gain p. 100.
Chêne	1 108	1 923	0 815
Charme	0 947	2 246	1 299

1. *Ann. agron.*, t. XIII, p. 322.
2. *Ann. agron.*, t. X, p. 5.
3. *Ann. agron.*, t. XVIII, p. 181.

Mais, pendant cette année, par suite de la fermentation, les feuilles de chêne avaient perdu 21.62 p. 100 de matière sèche et les feuilles de charme 23.01 p. 100. Or, en se plaçant dans le cas le plus défavorable et en supposant que cette perte porte tout entière sur les composés cellulosiques et amylacés, non azotés, on trouve que les taux d'azote de 1.923 rapporté au poids des feuilles de chêne au début de l'expérience, devient 1.508, et que celui des feuilles de charme devient 1.727. D'où gains respectifs de 0.400 et 0.780 p. 100. Les feuilles exposées un an à l'air sont donc relativement deux fois plus riches en azote que les feuilles mortes au moment de leur chute et sont plus riches d'une manière absolue [1].

En admettant, à chaque automne, une chute de 3,300 kilos de feuilles mortes par hectare de forêt, on obtient un gain d'azote de 22 kilos d'azote pour les feuilles de charme et de 13 kil. 2 pour les feuilles de chêne, c'est-à-dire à peu près la quantité d'azote utilisée par la production du bois pour une année.

M. Henry a effectué également de nouveaux essais en additionnant chaque caisse de 50 grammes de terre fine de la forêt de Haye. Les résultats ont été analogues aux précédents; la fixation d'azote s'est produite de la même façon.

Ce travail nous donne l'explication de phénomènes dont l'interprétation était restée obscure jusqu'ici et montre à nouveau l'importance que possèdent les bactéries fixatrices d'azote que M. Berthelot avait mises en lumière il y a quelques années, en prévoyant le rôle considérable que jouent les infiniment petits dans la circulation générale de la matière.

A. Hébert.

Acide phyllocyanique et phyllocyanates, par M. A. Guillemare [2]. — On se rappelle que Frémy, dans son travail sur la composition de la chlorophylle, avait signalé dans les feuilles des végétaux la présence d'un principe spécial qu'il avait appelé acide phyllocyanique. L'auteur isole ce corps de la façon suivante. Des épinards ou des orties sont traitées par une lessive étendue de soude; la solution obtenue est saturée par l'acide carbonique, puis décomposée par l'acide chlorhydrique au 1/100; on doit éviter pendant cette opération l'action de l'air et l'élévation de température.

Le précipité d'acide phyllocyanique est filtré, lavé, redissout dans les carbonates alcalins étendus employés en quantité insuffisante pour dissoudre

1. La question abordée ici par M. Henry a fait déjà l'objet de nombreuses études. Nous avons inséré dans ce recueil, il y a quelques années, un mémoire important de M. Kostytcheff, de Saint-Pétersbourg (t. XVII, p. 17), dans lequel l'auteur arrive à des résultats tout à fait différents de ceux que publie M. Henry. M. Kostytcheff, reconnaît bien que les feuilles, en se décomposant, s'enrichissent en azote; mais l'enrichissement n'est que relatif, il est dû à la disparition des matières carbonées, la quantité absolue d'azote reste constante (voyez notamment le tableau de la page 21); il serait utile que M. Henry précisât les conditions dans lesquelles il obtient des résultats tout à fait différents de ceux de M. Kostytcheff.

P.-P. D.

2. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 426.

la totalité de l'acide phyllocyanique, ce qui empêche la redissolution des diverses impuretés qui l'accompagnent. Ce traitement, répété plusieurs fois, donne un produit de plus en plus purifié qu'on sèche dans le vide à l'abri de la lumière.

M. Guillemare a pu préparer à l'aide de ce corps les phyllocyanates alcalins solubles; les sels de calcium, magnésium, baryum insolubles ou peu solubles; enfin les composés de fer, aluminium, zinc, cadmium, cuivre, strontium, plomb, mercure, argent, quinine et cinchonine. La fixation du poids moléculaire de l'acide phyllocyanique et la détermination de ses différentes propriétés sont actuellement à l'étude. A. Hébert.

Une réaction caractéristique du sucre de canne, par M. G. Popasogli[1]. — Si à une solution de saccharose à 10 ou 20 p. 100, on ajoute un demi-centimètre cube d'une solution d'un sel de cobalt à 5 p. 100, puis 5 centimètres cubes de soude à 50 p. 100, il se développe une belle coloration améthyste qui est stable. En remplaçant le saccharose par du glucose on obtient une coloration bleue devenant bientôt gris verdâtre. Il est aisé de distinguer entre les deux sucres, et même on peut reconnaître la présence d'un dixième de saccharose dans du glucose[2]. On peut ainsi déceler l'addition de sucre de canne aux vins de liqueurs, aux laits condensés. Le miel donne une couleur bleue qui passe de suite au vert pâle; le lactose donne un bleu instable. Les produits à examiner doivent être privés de dextrine par le baryte, de gommes, par le sous-acétate de plomb, et décolorés au noir animal si c'est nécessaire. E. D.

Sur la préparation du gentianose, par MM. E. Bourquelot et L. Nardin[3]. — En 1881, Arthur Meyer[4] avait isolé de la racine de gentiane (*Gentiana lutea* L.) un sucre analogue au sucre de canne qu'il n'a pu étudier que d'une façon imparfaite. Les auteurs ont repris cette étude et nous ont fixés sur la connaissance et l'extraction d'un des nombreux polyglucoses auxquels donne naissance la synthèse naturelle végétale.

La racine de gentiane qui sert à cette préparation doit être employée fraîche : car elle renferme vraisemblablement un ferment soluble capable de dédoubler le sucre recherché. On traite cette racine découpée en tranches minces par l'alcool à 95 degrés bouillant au réfrigérant ascendant; on est ainsi assuré de détruire le ferment dédoublant; après refroidissement, on exprime et on distille; on neutralise le suc acide obtenu par le carbonate de chaux, et après filtration on évapore au bain-marie à consistance sirupeuse. La masse cristallise au bout d'un mois environ; on traite alors

1. *Bull. Assoc. Chim. Sucr. et Distill.*, 13, n° 1.

2. M. L. Beeson (*United States Exp. Stat. Record*, vol. VII, n° 9, p. 740) a répété ces essais et trouve qu'une très faible quantité de saccharose en présence de beaucoup de glucose donne la coloration bleue du glucose en lumière réfléchie; par transparence, à environ 80 centimètres de l'œil, on perçoit la couleur violette du saccharose.

3. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 280.

4. *Zeitsch. f. physiol. Chem.*, t. VI, p. 135.

l'extrait par une demi-partie d'eau à chaud et on ajoute quatre à cinq parties d'alcool à 95 degrés. Après quelques heures, on décante et la cristallisation commence et dure une quinzaine de jours; les cristaux obtenus sont purifiés par cristallisation dans l'alcool; on en obtient 1/6 environ du poids de l'extrait.

Le corps ainsi préparé possède les propriétés suivantes : il se présente en lamelles quand on le fait cristalliser entre deux lames de verre ; il est anhydre et ses solutions sont incolores; il fond à 207-209°. Son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = + 31°,25$; il ne réduit pas la liqueur de Fehling directement, mais après traitement par les acides étendus, rette réduction a lieu en même temps que le composé devient lévogyre. A. Hébert.

Fabrication de l'huile d'acétone au moyen des eaux de désuintage des laines, par MM. A. et P. Buisine [1]. — La distillation sèche des produits ligneux donne un mélange d'eau, d'acide acétique, d'alcool méthylique, d'acétone et de goudron, le produit principal étant constitué par l'acide acétique impur et désigné sous le nom d'acide pyroligneux.

Si on sature ce dernier par le carbonate de chaux, on obtient de l'acétate de chaux brut qui, soumis à la distillation sèche, laisse, après séparation d'une certaine quantité d'acétone impure, un résidu huileux appelé huile d'acétone et formé principalement d'acétones supérieures.

On peut encore obtenir cette huile d'acétone par oxydation des fusels au moyen d'un mélange de bichromate de potasse et d'acide sulfurique, séparation des acides gras formés et distillation sèche de leurs sels de chaux.

En réalité, les sels de chaux qui, par leur distillation sèche, donnent cette huile d'acétone, sont constitués par un mélange d'acétate, de propionate, de butyrate et de divers autres sels gras supérieurs de calcium.

Or, il y a quelque temps [2], MM. A. et P. Buisine ont constaté la présence de ces divers acides dans les eaux de désuintage des laines et ils ont pensé que ces eaux constitueraient une excellente matière première pour l'obtention des huiles d'acétone. L'expérience a confirmé leur prévision.

Les sels gras de calcium desséchés et distillés ont donné 45 à 50 p. 100 d'un liquide coloré, d'odeur particulière, de saveur brûlante, formé pour plus de moitié de méthyléthylcétone. Un mètre cube d'eau de désuintage à 11 degrés Baumé donne 15 litres environ d'huile d'acétone.

Jusqu'ici, l'huile d'acétone était un produit trop rare et trop coûteux pour pouvoir être employée couramment à dénaturer les alcools.

Cette production économique signalée par les auteurs sera fructueusement mise à profit pour la dénaturation des alcools, d'autant plus que le produit principal, la méthyléthylcétone, a un point d'ébullition voisin de celui de l'alcool dont la régénération est ainsi rendue extrêmement difficile.

A. Hébert.

Sur la pourriture des pommes de terre, par M. E. Roze [3]. — Réunissant toutes ses diverses notes sur les maladies de la pomme de terre, dont

1. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 351.
2. *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 777.
3. *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 1118.

les plus importantes ont été signalées ici-même[1], l'auteur a cherché à classer scientifiquement ces altérations d'après l'action des parasites et les caractères apparents offerts par les tubercules malades.

La *gangrène sèche* peut être produite : 1° par le *Pseudocommis vitis Debray;* les tubercules restent fermes et présentent des taches sombres ou des perforations entourées d'une zone brunâtre; sous l'épiderme taché, on observe des macules roussâtres. Les tubercules peuvent se conserver jusqu'au printemps; si on les plante, les tiges des nouveaux végétaux seront affectées de la maladie de la frizolée. Cette affection est souvent associée aux suivantes.

2° Par les *Micrococques seuls :* les tubercules sont fermes, mais tachés, et leur épiderme est en certains points plus ou moins flasque et recouvre des endroits gris ou bruns montrant des grains de fécule brillants ; il se forme aussi parfois des cavernes noirâtres.

La *gangrène humide* peut être produite : 1° par les *Micrococques associés au Bacillus subtilis Cohn;* les tubercules sont mous, l'épiderme intact ; le parenchyme liquéfié présente l'odeur d'acide butyrique et se détruit progressivement;

2° Par le *Phytophtora infestans de Bary :* les tubercules se ramollissent à une de leurs extrémités; l'épiderme est flétri, le parenchyme inodore et pâteux.

M. Roze estime à 50 p. 100 le nombre des tubercules malades, ceux qui sont envahis par les *Micrococques*, et à 25 p. 100 ceux atteints par le *Pseudocommis;* le *Phytophtora* attaque une bien moins grande proportion de tubercules.

Les remèdes préventifs à employer sont les suivants: alternances des cultures, plantation de tubercules sains, destruction immédiate des tubercules malades, traitement des tiges et des feuilles par les bouillies cupriques.

A. Hébert.

Composition des pailles d'avoine, de blé et de seigle, par M. Balland[2]. — A propos de cette communication, l'auteur donne les chiffres de statistique suivants, relatifs à notre pays pour l'année 1882:

	Récolte totale.	Superficie cultivée.	Rendement moyen à l'hectare.
	—	—	—
	q. m.	hectares.	q. m.
Paille de blé	181.754.605	7.191.149	25.27
Paille d'avoine . . .	69.574.724	3.610.592	19.27
Paille de seigle . . .	41.946.250	1.743.884	24.05

Les analyses de M. Balland ont confirmé ce fait que les diverses pailles ne renferment que peu de matières assimilables et qu'elles sont très rapprochées comme composition. Les différents dosages ont accusé les écarts ci-dessous :

1. *Annales agronomiques*, t. XXIII, p. 95, 383.
2. *Comptes rendus*, t. XXV, p. 1120.

	POUR 100 Minimum.	Maximum.
Eau	9.20	14.50
Matières azotées	1.01	3.22
Matières grasses	0.92	1.60
Matières extractives et cellulose saccharifiable	39.43	48.04
Cellulose résistante	32.90	39.15
Cendres	2.86	6.94
Acidité	0.044	0.118

Enfin, on constate que les pailles courtes et feuillues renferment plus de principes nutritifs que les pailles longues; ces dernières doivent donc être réservées pour les litières, tandis que les autres peuvent être employées de préférence à la nourriture des bestiaux. A. Hébert.

Influence du sous-nitrate de bismuth sur le durcissement du cidre, par MM. Léon Dufour et Daniel[1]. — Le cidre n'est généralement pas conservé en bouteilles; on le met dans des tonneaux ou dans des fûts de contenances variées et on le tire au fur et à mesure des besoins. Il en résulte que cette boisson se trouve constamment au contact de l'air, qui peut, par ses poussières et son oxygène, provoquer un certain nombre d'altérations dont l'une des plus fréquentes est l'augmentation de l'acidité naturelle de la boisson. On dit alors que le cidre durcit; il peut arriver alors à être complètement gâté et ne peut plus servir à l'alimentation.

Les auteurs, en opérant d'abord sur de petites quantités de cidre, puis sur des proportions très fortes (jusqu'à 1,150 litres), ont constaté que le sous-nitrate de bismuth arrêtait cette augmentation d'acidité et retardait le durcissement dans des proportions d'autant plus grandes que la dose de bismuth ajoutée était plus considérable.

En pratique, les auteurs recommandent d'employer une dose de 10 grammes de sous-nitrate de bismuth par hectolitre de cidre. L'acétification ou le durcissement sont alors enrayés sans que le sel de bismuth ajouté puisse produire aucun effet sur l'organisme. A. Hébert.

Sur la caroubinose et sur la dextro-maunose, par M. van Ekenstein[2]. — On a déjà signalé ici même[3] l'extraction d'un sucre spécial, la caroubinose, des graines de *Ceratonia siliqua*. L'auteur a identifié ce sucre avec la dextro-maunose, qui possède les mêmes propriétés caractéristiques.

A. Hébert.

1. *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 1125.
2. *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 719.
3. *Annales agronomiques*, t. XXIII, p. 49.

Le Gérant : G. Masson.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

FUMIER DE FERME ET DÉNITRIFICATION

PAR

M. R. WARINGTON[1]

TRADUIT LIBREMENT DE L'ANGLAIS

PAR

M. E. DEMOUSSY

Assistant au Muséum.

Les travaux de quelques expérimentateurs allemands sur l'action dénitrifiante du fumier de ferme ont jeté, au moment de leur publication il y a peu d'années, un certain désarroi dans nos idées sur la valeur de cet engrais. Les conclusions de ces expériences ne tendraient à rien moins qu'à modifier complètement nos habitudes séculaires d'emploi du fumier. Les recherches des auteurs allemands ont été très nombreuses et faites avec beaucoup de soin et d'habileté; mais on doit toujours distinguer entre les faits établis par l'expérience et les conclusions déduites de ces faits. Les résultats des observations sont incontestablement vrais et méritent la plus grande attention; mais pour les interpréter nous devons connaître à fond les conditions des expériences et en même temps prendre en considération tout ce qui se rapporte au sujet envisagé. Une théorie n'est exacte que si elle explique tous les faits et non pas quelques-uns seulement.

Les conclusions, auxquelles sont arrivés Wagner et Maercker, sont les suivantes :

1° Les excréments solides des chevaux et des vaches n'ont pratiquement aucune valeur comme engrais pour les plantes.

2° Ces déjections ajoutées à un sol détruisent les nitrates renfermés naturellement dans ce sol ou qui lui ont été fournis sous forme de nitrate de soude; la récolte obtenue dans ces conditions est donc plus faible que si l'on n'avait pas mis d'engrais organique.

3° L'emploi des déjections animales nuit également dans une forte mesure aux bons effets du sulfate d'ammoniaque, de l'urine et des engrais verts.

4° La paille est sans valeur comme engrais et, comme les excréments, détruit rapidement les nitrates du sol.

1. *Journ. Royal Agric. Soc.*, 3e série, vol. VIII.

5° Le fumier de ferme ordinaire, ajouté au sol, se comporte comme ses principaux constituants, les déjections animales et la paille.

6° L'action dénitrifiante des excréments, de la paille et du fumier, est due à la présence dans ces matières d'un organisme spécial qui a la faculté de réduire les nitrates.

7° Le pouvoir dénitrifiant de ces substances est considérablement diminué lorsqu'elles sont vieilles et humifiées, c'est-à-dire transformées en matières noires. La destruction du nitrate de soude dans le sol est moindre lorsqu'il est ajouté seulement quelque temps après l'engrais organique.

8° Lorsque le fumier de ferme a été conservé par l'addition de superphosphate ou de kaïnite, son pouvoir dénitrifiant varie peu avec le temps.

Toutes ces expériences, montrant l'effet de diverses fumures sur les plantes, paraissent avoir été faites dans de grands pots en zinc. Généralement ces vases ne sont pas drainés; ils portent un tube soudé à la partie inférieure et qui sert à l'introduction de l'eau.

D'après les conclusions énoncées, il est évident que la destruction des nitrates dans le sol est regardée par les auteurs comme la principale cause des mauvais effets observés lorsqu'on introduit du fumier ou ses constituants ; cette destruction, comme il vient d'être dit, serait amenée par un organisme spécial apporté par le fumier.

Examinons d'abord le phénomène de la dénitrification et les conditions qui lui sont favorables.

LA DÉNITRIFICATION

Ce sujet a été l'objet de recherches de plusieurs expérimentateurs depuis une trentaine d'années. Le travail fait autrefois a été oublié en partie, comme cela arrive toujours, surtout lorsque l'auteur moderne appartient à une nationalité différente de celle des premiers travailleurs. Angus Smith, de Manchester, semble être le premier qui ait observé, en 1867, la décomposition des nitrates avec dégagement de gaz en présence de matières organiques en putréfaction.

La réduction des nitrates à l'état de nitrites, d'oxydes d'azote

gazeux, ou d'azote libre, n'a lieu qu'en présence d'organismes inférieurs; ce fait a été établi par Meusel, en 1875, pour les eaux naturelles, et par MM. Dehérain et Maquenne, en 1882, pour les terres; en milieu stérile, on n'observe aucun changement dans la proportion d'azote nitrique.

Les bactéries réduisent les nitrates en provoquant la combustion de substances organiques par l'oxygène de l'acide azotique. En général, le poids de nitrate réduit est proportionnel au poids de matière organique présent. A l'air, l'oxygène libre remplace, dans une mesure variable, l'oxygène du nitrate; il y a ralentissement de la dénitrification, ou accélération de la combustion de la substance organique.

Beaucoup de bactéries provoquent la transformation des nitrates en nitrites; c'est une fonction assez commune; par contre, peu de microorganismes sont capables de pousser la réduction jusqu'à la mise en liberté d'azote gazeux. Sur trente-deux espèces de bactéries distinctes provenant des poussières atmosphériques ou des eaux, M. Frankland a trouvé que la moitié environ transformaient les nitrates en nitrites, mais il ne s'est pas occupé des dégagements gazeux. M. Warington a cultivé 37 variétés de bactéries dans des bouillons organiques additionnés de 0.5 p. 100 de salpêtre; 15 ne produisaient aucune réduction; 3 provoquaient l'apparition de traces de nitrate; et 19 amenaient rapidement le nitrate à l'état de nitrite; parmi ces dernières une seule produisait un dégagement de gaz.

Gayon et Dupetit en 1886 isolèrent de l'eau d'égout deux bactéries réduisant les nitrates avec dégagement de gaz; l'action était extrêmement énergique en l'absence d'oxygène, et cessait lorsque l'air avait libre accès.

Récemment, en 1895, Burri et Stutzer ont isolé des bactéries réductrices de la paille[1] et du crottin de cheval. La bactérie de la paille n'est active qu'à l'abri de l'oxygène libre; un excès de ce gaz est nuisible et peut même arrêter la fermentation. La bactérie du crottin de cheval se développe exclusivement en présence d'oxygène, mais ne réduit les nitrates que lorsqu'elle est associée à un autre ferment de caractère anaérobie. L'association de ces deux organismes réduit les nitrates lorsque l'on fournit un peu

1. La découverte de la réduction des nitrates par des organismes fixés sur la paille appartient à M. E. Breat (*Ann. agr.*, t. XVIII, p. 185, 1892 (*Red.*).

d'oxygène à la culture, et s'il y a de la matière organique en abondance, la réduction n'est pas gênée par la présence d'un excès d'oxygène; elle ne se produit pas du tout, au contraire, si l'oxygène fait totalement défaut.

Le sol renferme un grand nombre d'organismes réducteurs, y compris ceux qui dégagent de l'azote gazeux. En effet, si l'on ensemence avec un peu de terre des bouillons contenant 1 p. 100 de salpêtre, celui-ci est rapidement détruit et on voit s'échapper des gaz renfermant de l'azote.

Beaucoup de substances organiques peuvent être employées pour amener la réduction des nitrates : les albuminoïdes, l'asparagine, l'amidon, le sucre, l'humus, les corps gras, les tartrates, citrates, acétates, et l'alcool se sont montrés favorables au phénomène. La présence d'acide phosphorique, de potasse et des autres éléments minéraux des plantes, est nécessaire au développement et à l'activité des bactéries réductrices.

D'après ce qui précède, il est clair qu'il pourra y avoir dénitrification chaque fois qu'un mélange convenable de nitrate et de matière organique sera infecté par des poussières renfermant des bactéries appropriées. Les premières observations d'Angus Smith et de M. Schlœsing nous ont appris que des solutions organiques en putréfaction réduisaient rapidement les nitrates; d'où provenaient les germes nécessaires à cette action? Rien n'avait été fait pour introduire des organismes; même on ignorait alors la nécessité de leur présence. La réponse est aujourd'hui aisée à faire : les bactéries étaient fournies par l'atmosphère, qui est un grand distributeur de microorganismes; c'est ainsi que dans les expériences de M. Dehérain, sur la dénitrification, des terres stérilisées par l'action de la chaleur et ayant perdu le pouvoir de réduire les nitrates, retrouvaient souvent cette faculté lorsqu'on les changeait simplement de récipient.

Connaissant ces faits, nous sommes disposés à sourire lorsqu'on nous annonce que la paille contient des organismes réduisant les nitrates à l'état d'azote libre et que, *par suite de cette présence*, il est dangereux d'employer la paille comme engrais. Il est certain, comme l'ont montré Wagner et d'autres auteurs, que la paille de seigle provoque la réduction lente d'un nitrate en solution. Mais ce résultat n'est pas dû à une propriété particulière de la paille ; M. Bréal a observé des faits semblables avec des feuilles

mortes, de la paille de blé, de maïs, de haricot, avec de la conserve de luzerne, avec du tourteau de maïs. Tous ces corps doivent évidemment à l'atmosphère leur infection par les ferments réducteurs, cela est particulièrement évident pour les tourteaux de maïs, constitués par des embryons de grains de maïs ; on ne conçoit pas que ces embryons, enfouis dans les graines, renferment normalement les bactéries dénitrifiantes; celles-ci doivent être apportées par l'air pendant la fabrication du tourteau.

Les observateurs allemands admettent que les excréments solides des herbivores, et surtout du cheval, sont particulièrement riches en organismes réducteurs ; d'après Wagner, en ajoutant 100 grammes de crottin de cheval à une solution de 5 grammes de salpêtre dans un litre d'eau, on observe, après quelques jours, un vif dégagement d'azote avec destruction du nitrate. Ceci prouve que toutes les conditions nécessaires à la dénitrification sont satisfaites, mais ne démontre pas qu'il y ait prépondérance d'une de ces conditions.

Cependant il est naturel que les excréments des herbivores soient riches en bactéries réductrices. On peut admettre que ces ferments, présents dans la nourriture, traversent les intestins sans être détruits ; par suite, si par exemple la moitié du fourrage est digérée, les excréments doivent être deux fois aussi riches en microorganismes que la nourriture fournie.

La quantité de ferments doit varier aussi avec la nature des aliments ; la paille et le foin doivent renfermer plus de ces organismes réducteurs que les racines, betteraves et navets. Nous comprenons donc que le crottin de cheval soit plus riche en bactéries dénitrifiantes que les déjections des bêtes à cornes. Wüthrich et Freudenreich ont fait le dénombrement des bactéries existant dans les excréments de vaches nourries soit avec de l'herbe fraîche ou du foin seul, soit avec du foin et des pommes de terre ou des drèches de brasserie; ils ont trouvé que le nombre de bactéries est bien plus considérable lorsque la nourriture consiste uniquement en foin que lorsqu'elle est mixte ; il peut atteindre le chiffre de 165 millions par gramme d'excrément.

On a avancé que le nombre des bactéries réductrices s'accroissait pendant le passage des aliments dans les intestins. Cela n'est pas probable. Le développement d'un organisme n'a lieu que lorsque les circonstances sont favorables à ses fonctions particulières ; les

bactéries dénitrifiantes exigent de l'oxygène, libre ou combiné, pour effectuer leur travail spécial; cette condition n'est pas réalisée dans l'intestin animal. Les bactéries qui prospèrent dans l'intestin sont celles qui déterminent la fermentation forménique de la cellulose.

Rappelons maintenant ce que l'on sait sur la dénitrification dans le sol. M. Schlœsing, en étudiant en 1873 la nitrification d'échantillons de terre dans des atmosphères contenant des doses variables d'oxygène, trouva que la formation des nitrates était d'autant plus pénible qu'il y avait moins d'oxygène en présence; si ce gaz faisait totalement défaut, les nitrates présents au début dans le sol disparaissaient, il y avait dénitrification ; en ajoutant du nitrate de potasse à la terre, il obtint un dégagement d'azote correspondant au poids de nitrate introduit après que l'oxygène de l'atmosphère confinée eut disparu.

Comme l'air ne pénètre pas dans un sol gorgé d'eau, on doit, dans ces conditions, observer une dénitrification active. C'est ce qu'a vu M. Warington en 1881 à Rothamsted; en faisant filtrer lentement une solution de nitrate sur de la terre placée dans un entonnoir, et en s'arrangeant de façon que cette terre fût toujours saturée d'eau, on ne recueillit dans les eaux de drainage que 21 p. 100 de l'azote nitrique introduit; 79 p. 100 avaient été perdus. Il était évident qu'il y avait eu dégagement de gaz, car la colonne de terre était séparée en plusieurs tronçons par de larges fissures transversales. En substituant du chlorure de sodium à du nitrate, on n'observa rien de semblable et le sel ajouté se retrouva intégralement dans les eaux de drainage.

M. Bréal a donné récemment un exemple excellent de la dénitrification qui se produit dans un sol saturé d'eau. Sur de la terre placée dans un entonnoir, il fit arriver de l'eau en quantité supérieure à celle nécessaire à la saturation; l'eau de drainage écoulée fut remise sur la terre, et ainsi de suite pendant quelque temps. Au début, il y eut nitrification et l'eau de drainage était riche en nitrate, puis elle s'appauvrit peu à peu et après trois semaines était absolument dépourvue d'azote nitrique.

Nous connaissons donc maintenant les conditions qui amènent une perte d'azote par dénitrification. Cette réduction exige : 1° la présence d'un organisme approprié; 2° la présence d'un nitrate et d'une matière organique convenable; 3° une aération telle qu'il

n'y ait pas un excès d'oxygène par rapport à la provision de matière organique; 4° une température et une humidité convenables.

La proportion de matière organique présente joue un rôle prépondérant vis-à-vis de la grandeur du phénomène de dénitrification. L'abondance des organismes spéciaux n'a que peu d'importance : car ils ne tardent pas à pulluler si les conditions sont favorables. Mais rien ne peut compenser un manque de matière organique; si celle-ci est en faible quantité, l'action réductrice sera très limitée, quelque nombreux que soient les organismes spécifiques dans le milieu.

Ce principe fondamental a été un peu trop ignoré par les observateurs allemands dans les interprétations de leurs expériences. Ils ont admis que la dénitrification observée était due à l'apport dans le sol de ferments réducteurs par les fumures, tandis qu'elle doit être attribuée à l'apport d'un excès de substance organique. Nous verrons que les conclusions à déduire sont très différentes de celles qui ont été admises. Mais ce principe, que la réduction de nitrate est réglée par la proportion de matière carbonée oxydable, est si important, qu'il est bon de citer encore quelques faits relatifs à ce sujet.

Déjà Gayon et Dupetit avaient reconnu l'influence prépondérante de la matière organique; en ensemençant avec les mêmes ferments de l'eau d'égout et du bouillon de poulet, ils obtinrent la réduction d'environ 0 gr. 2 de nitrate par litre dans le premier cas, et de 50 grammes dans le second. M. Warington a observé des faits analogues en ensemençant de l'urine avec un peu de terre, et en ajoutant des poids variables de sucre; les quantités de nitrate réduites étaient proportionnelles aux poids de sucre employés. Une expérience de Munro est également très probante; en ajoutant un sel ammoniacal à une eau de rivière, il observa une nitrification active. Puis il introduisit un tartrate soluble, il y eut dénitrification, mais après quelque temps, le tartrate ayant été détruit, les nitrates réapparurent. Cette eau, comme le sol, renfermait donc des organismes nitrificateurs et des organismes dénitrificateurs; les premiers commandent la situation lorsqu'il n'y a pas de matière organique combustible; au contraire, les seconds dominent si on introduit une substance oxydable, et il y a renversement du phénomène.

Examinons maintenant plus particulièrement les résultats des expérimentateurs allemands.

Les travaux allemands.

Ainsi qu'il a été dit, les expériences se faisaient dans de grands cylindres renfermant un poids constant de terre.

Comme on avait en vue de déterminer la valeur comparative de divers engrais, on en employait des poids tels que chaque pot reçût la même quantité d'azote. *Mais si les poids d'azote étaient les mêmes, les quantités de matière organique fournies étaient très différentes.* Dans le cas du nitrate du soude et du sulfate d'ammoniaque, le sol ne recevait pas de matière organique; l'urine et le sang desséché en apportaient un peu; les engrais verts en représentaient une proportion beaucoup plus forte; enfin l'apport de substance carbonée était maximum lorsque l'engrais était constitué par de la paille.

Les auteurs n'indiquent pas toujours le poids d'engrais introduit; ils se bornent souvent à donner le chiffre de l'azote. On peut cependant, lorsque les nombres n'ont pas été fournis par les expérimentateurs, les calculer approximativement à l'aide des tables de Wolff. Le tableau suivant renferme les poids de matière, humide et sèche, correspondant à 2 grammes d'azote.

Poids d'engrais renfermant 2 grammes d'azote.

	Poids de matière fraîche en grammes.	Poids de matière sèche en grammes.
Urine de bovidés	»	6 à 10
Sang desséché	14	12
Herbe de prairie	157	31
Jeune luzerne	200 (?)	34 (?)
Fumier de mouton	200	66
Bouse de vache	524	85
Crottin de cheval	513	103
Fumier de ferme	300 à 600	65 à 130
Paille de seigle	500	409

La récolte obtenue, sous l'influence de ces divers engrais, renfermant le même poids d'azote, est en général d'autant moindre que la proportion de matière organique associée à l'azote est plus forte. Ainsi, dans une série d'observations dues à Wagner,

les poids d'azote retrouvés dans une récolte d'avoine, pour 100 d'azote introduits, ont été :

Pour le nitrate de soude	71
— sulfate d'ammoniaque	69
— urine de bovidés	69
— sang desséché	50
— herbes	43
— fumier de ferme (riche)	8
— fumier de ferme (pauvre)	6
— bouse de vache	2
— crottin de cheval	0

Deux séries d'expériences de Mœrcker, portant également sur de l'avoine, conduisent à des résultats analogues. L'azote utilisé pour 100 introduits était :

Nitrate de soude	57.5
Déjections de moutons	19.2
Fumier de ferme (4 échantillons)	3.0 à 9.8
Bouse de vache	4.5
Paille de blé	0

Une matière organique introduite dans un sol doit influencer la nitrification et la dénitrification. Si les conditions sont favorables à la nitrification, toute addition de matière carbonée décomposable doit ralentir l'oxydation de l'azote et peut même l'arrêter complètement. La décomposition d'un engrais organique et son oxydation partielle doivent précéder sa nitrification ; si ce travail préliminaire à effectuer est considérable, la nitrification pourra ne commencer que très tardivement.

D'autre part, si la quantité d'engrais organique employée dépasse une certaine limite, l'état du sol peut être modifié, et un milieu favorable à la nitrification peut être converti temporairement en un milieu dénitrificateur, l'oxygène nécessaire à la décomposition de la matière carbonée étant pris aux nitrates du sol. Un engrais, excellent lorsqu'il est employé à faible dose, peut ainsi devenir nuisible lorsqu'il est trop abondant.

Un exemple de la diminution de l'effet utile de l'engrais, corrélative de l'accroissement de matière organique, est donné par une expérience de Wagner : 157 grammes d'herbe de prairie furent incorporés à la terre d'un pot, et 314 grammes, le double, furent introduits dans un autre. L'azote retrouvé dans la première récolte fut de 43 p. 100 de l'azote introduit ; la récolte du deuxième pot

donna le nombre 36; c'est-à-dire qu'à une quantité d'engrais double, correspondait un accroissement de récolte de 69 p. 100 seulement. Comme la quantité totale d'azote assimilée dans le cas de la forte fumure était bien inférieure à celle absorbée lorsque l'on avait fourni du nitrate de soude, le moindre rendement obtenu sous l'influence de l'engrais vert devait être attribué non pas à la présence d'un excès d'azote, mais à l'impossibilité où se trouvait le sol de rendre cet azote assimilable pour la récolte.

Le fait que l'addition au sol de fortes proportions de matière organique fermentescible retarde la nitrification d'engrais aisément nitrifiables, explique les mauvais effets obtenus par l'adjonction de crottin de cheval à du sulfate d'ammoniaque, à de l'urine, ou à des engrais verts. Les nombres suivants, pris dans les expériences de Wagner et de Mœrcker, indiquent l'azote retrouvé dans la récolte pour 100 d'azote dans l'engrais. Dans chaque cas, du résultat obtenu sous l'influence de l'engrais et du fumier (ou crottin) ensemble, on a retranché le chiffre se rapportant au fumier seul; les différences sont ainsi attribuables à l'azote de l'engrais seul. Wagner mettait 2 grammes d'azote sous forme d'engrais azoté, avec ou sans 2 grammes d'azote dans du crottin de cheval. Mœrcker employait un engrais azoté renfermant 0 gr. 75 d'azote, associé ou non à du fumier de ferme contenant 1 gr. 5 d'azote.

Azote retrouvé dans la récolte pour 100 introduits dans l'engrais.

A. — Résultats de Wagner.

	Engrais seuls	Engrais avec crottin de cheval.
Nitrate de soude	77	52
Sulfate d'ammoniaque	69	50
Urine de vache	69	40
Herbe de prairie	43	20

B. — Résultats de Mœrcker.

	Engrais seuls	Engrais avec fumier de ferme.
Nitrate de soude	55	35
Sulfate d'ammoniaque	37	31
Urine de vache	29	22

Les observateurs ont sans doute raison lorsqu'ils attribuent la diminution de rendement lorsque le nitrate de soude est mélangé

à du fumier, à la destruction de ce nitrate par l'engrais organique; mais Wagner n'admet pas que la diminution de rendement dans le cas du sulfate d'ammoniaque, de l'urine, et des engrais verts, soit due au ralentissement de la nitrification de ces engrais, ralentissement causé par l'adjonction de matière organique.

Les expérimentateurs allemands attribuent à la dénitrification tous les résultats obtenus; ils supposeraient donc que l'ammoniaque, l'urine, l'engrais vert ont été nitrifiés dans le sol comme d'ordinaire, et que le nitrate résultant a été détruit par le fumier. Mais les mêmes auteurs ont remarqué que l'action réductrice du fumier est maximum aussitôt après l'introduction dans le sol, et diminue avec le temps.

Les conditions favorables à la dénitrification sont donc réalisées dès le début, et surtout au début, et nous pouvons nous demander comment il pourrait y avoir nitrification dans ces circonstances. Que la nitrification se déclare à un moment donné, cela est certain; mais les causes de la dénitrification n'existeront plus. On n'a pas encore démontré la possibilité d'une nitrification et d'une dénitrification simultanées [1] ; tant que cette preuve n'aura pas été faite, nous devons admettre que la nitrification est fortement retardée par l'addition au sol de grandes quantités de matière organique fermentescible.

Il est juste d'ajouter que tous les auteurs allemands n'admettent pas que la nitrification et la dénitrification simultanées suffisent pour expliquer les pauvres rendements que donnent les sels ammoniacaux, l'urine, etc., lorsqu'ils sont mélangés avec du fumier. Pfeiffer croit qu'il y a dégagement d'azote libre dans ces conditions par oxydation partielle de l'ammoniaque, et que les pertes d'azote dans un tas de fumier très aéré sont attribuables à cette cause et provoquées par des bactéries. Jusqu'à présent on ne doit voir là qu'une hypothèse; mais ceci montre que la première explication n'est pas considérée partout comme satisfaisante.

1. Quelques analystes allemands signalent la présence de quantités considérables de nitrate dans le fumier de ferme. Il est fort possible qu'en opérant sur une faible masse de fumier, on réalise des conditions favorables à la nitrification; mais dans le tas de fumier ordinaire il est invraisemblable qu'il en soit ainsi. Le mode de détermination des nitrates n'est pas toujours donné; mais dans un mémoire, un observateur indique qu'il fait bouillir un extrait de fumier avec de l'aluminium et de la soude; il est inutile d'insister sur les erreurs qu'entraîne l'emploi d'une telle méthode qui doit donner des chiffres beaucoup trop forts.

Dans cette discussion de l'action des engrais organiques, on doit noter que tous ne produisent pas le même effet, et que ce n'est pas seulement la proportion de substance qu'il faut envisager. Lorsque, au lieu de crottin de cheval frais, Wagner employait du fumier noir, bien consommé, ayant été fréquemment remué pendant quatre mois, l'effet nuisible sur le nitrate de soude ne se faisait presque plus sentir. Pour le nitrate de soude, 73 p. 100 de l'azote passaient dans la récolte[1]; pour l'urine, on retrouvait 63 p. 100 de l'azote ; les nombres correspondants étaient 52 et 40 lorsqu'on employait le crottin frais. Mœrcker a également vu que si l'on incorpore du crottin de cheval au sol deux mois avant d'ajouter le nitrate, la dénitrification n'est plus très sensible. Ces faits ne peuvent pas être expliqués si nous admettons que l'action dénitrifiante du crottin frais dans le sol est due aux organismes qu'apporte l'engrais, car il n'y a pas de raison pour admettre que ces ferments meurent dans le sol qui normalement en renferme toujours; mais tout est parfaitement compréhensible lorsque nous savons que la dénitrification n'a lieu qu'en présence d'une matière organique fermentescible.

Divers faits, qui ont embarrassé les observateurs allemands, deviennent explicables si nous les considérons au point de vue indiqué. Ainsi Wagner trouvait que le fumier conservé par l'addition de superphosphate ou de kaïnite avait un pouvoir dénitrifiant supérieur à celui du fumier normal. Comme le montrent ses observations de températures, ces substances ralentissent la fermentation dans le tas de fumier.

Le fumier de mouton a donné de meilleurs résultats que le crottin de cheval; il est probable, comme l'admettent les expérimentateurs, qu'il renferme une plus forte proportion de substances aisément nitrifiables. Mais il est certain qu'il contient sensiblement moins de matière organique par unité d'azote, condition qui pour les auteurs passe inaperçue. Ce fait s'accorde bien avec le faible pouvoir dénitrifiant du fumier de mouton; au contraire, on ne se l'explique pas si l'on pose en principe que la dénitrifica-

1. Un lecteur inattentif de l'article de Wagner peut croire que l'azote retrouvé dans la récolte n'est que de 39 et 34 p. 100 de l'azote fourni. Cela tient à ce que ces nombres insérés dans les tableaux sont obtenus en divisant l'accroissement d'azote de la récolte par l'azote *total* du pot, tandis que le diviseur réel doit être l'azote de *nitrate*. D'ailleurs, dans le texte, Wagner donne les proportions réelles.

tion est provoquée par l'apport d'organismes spéciaux : car à ce point de vue les déjections de mouton doivent être comparables à celles du cheval ou des bovidés.

Les essais entrepris pour détruire les ferments réducteurs des excréments et annihiler ainsi leur action sur les nitrates n'ont jamais donné de résultats favorables. Wagner fit deux parts d'un lot de crottin de cheval, et traita la première par du sulfure de carbone pour tuer les organismes. Après élimination du sulfure, il a comparé le pouvoir dénitrifiant du crottin ainsi traité à celui du crottin non traité; Wagner s'attendait à ce que le crottin débarrassé d'organismes se montrât sans effet nuisible sur le nitrate de soude et les autres engrais azotés; aussi son étonnement fut-il grand lorsqu'il vit que le crottin traité au sulfure était plus nuisible que le crottin normal. Il est difficile d'imaginer une expérience montrant d'une façon plus rigoureuse que la présence ou l'absence d'organisme dans le fumier est de la plus parfaite indifférence tant que ces organismes existent dans le sol.

Tout récemment, Mœrcker a publié de nouveaux résultats qui ne font que nous confirmer dans notre opinion. Mœrcker détruisit les organismes réducteurs de la paille en la faisant tremper pendant deux jours dans de l'acide sulfurique à 1 p. 100; cette paille provoqua une dénitrification aussi marquée que celle que déterminait la paille non traitée. Deux autres antiseptiques furent essayés avec le même résultat. De la paille stérilisée par la vapeur d'eau sous pression se montrait encore plus nuisible pour les récoltes que ne l'était la paille normale; l'auteur attribue ce fait à la formation d'un humus acide. On n'a donc jamais pu démontrer que l'action dénitrifiante de la paille et du crottin est due aux organismes qu'ils renferment.

Nous pensons maintenant avoir prouvé que les effets fâcheux du fumier frais observés par les auteurs allemands sont attribuables à la matière organique fermentescible qu'il contient; ces effets existent, mais se font-ils sentir dans les circonstances ordinaires de la culture? C'est-à-dire, les conditions où se plaçaient les auteurs sont-elles normales? Quelles proportions de fumier étaient employées par rapport au sol? Si ce sont les mêmes que celles que l'on adopte en grande culture, nos agriculteurs doivent arriver aux mêmes résultats. Si, au contraire, les expérimentateurs ont introduit dans leurs pots beaucoup plus de fumier que les cul-

tivateurs n'en usent généralement, nous devons regarder les résultats allemands comme des exemples de propriétés particulières du fumier, mais non comme des exemples de ce qui arrive en culture normale.

Pour la compréhension de ce qui va suivre, nous pouvons admettre que la couche de terre remuée par la charrue, celle à laquelle serait mélangé le fumier dans les champs, pèse 2,500 tonnes par hectare. Une fumure ordinaire de 25 tonnes de fumier représente donc un centième du poids de la terre. Quelquefois un cultivateur peut doubler cette dose, mais la proportion de 2 p. 100 n'est dépassée que rarement. Dans les premières expériences de Wagner, chaque pot contenait 7 kilos de terre, et on y incorporait 500 grammes de crottin, soit environ 7 p. 100, ce qui représenterait 175 tonnes à l'hectare. Dans une autre série, les pots renfermaient 18 kil. 5 de terre ; mais le fumier n'était mélangé qu'avec la couche superficielle atteignant une épaisseur de 15 centimètres. Comme la surface du pot est donnée, on peut calculer que le poids d'engrais ajouté correspondait à 100 tonnes à l'hectare ; cette proportion a quelquefois été doublée. Pour les expériences de dénitrification sur des sols nus, on ajoutait 10, 18 et 20 kilos de crottin pour 100 kilos de terre.

Mœrcker ne donne pas autant de détails, mais à un certain moment il indique que ses pots contenaient 6 kilos de terre ; comme il adoptait un chiffre d'azote supérieur à celui de Wagner, il s'ensuit qu'il ajoutait environ 600 grammes de crottin, soit 10 p. 100 ou 250 tonnes à l'hectare. Dans quelques essais avec le fumier on employait un poids d'engrais triple du précédent.

Il est alors bien évident que les quantités de fumier mélangées au sol dans ces expériences sont très supérieures à celles employées généralement par les fermiers. Dans ces conditions, il n'est pas étonnant qu'il y ait un retard dans la nitrification et que la dénitrification s'établisse ; mais cela ne démontre nullement que les mêmes actions se feront sentir, au même degré, dans les circonstances ordinaires de culture. La matière organique introduite dans le sol ne produit d'effets fâcheux que lorsqu'elle est en quantité telle qu'elle modifie les caractères du sol, qu'elle transforme ce milieu d'oxydation en un milieu de réduction.

D'ailleurs Wagner reconnaît indirectement que le fumier n'a n'a pas été mis d'une façon rationnelle dans ces pots, puisque, au

début de son travail, il annonce que ses premières expériences ont montré que, *dans les conditions ordinaires de la pratique*, sur 100 kilos d'azote du fumier, 55 kilos se retrouvent dans la récolte; il cite également des chiffres identiques dus à J. Kühn. Dans les pots, le crottin frais a toujours, sauf dans un seul cas, produit une récolte inférieure à celle venue sans engrais, et le fumier ne cède que 5 p. 100 de son azote à la récolte. C'était montrer clairement que dans ces expériences les fumures étaient employées dans des conditions fâcheuses, et que les résultats obtenus ne pouvaient pas être considérés comme reflétant ceux relatifs à la grande culture.

Dans les recherches plus récentes de Mœrcker de meilleurs résultats ont été fournis par l'emploi de fumier dans des pots. On a opéré avec 45 engrais divers, décrits en détail; ils étaient ajoutés au sol de façon à représenter 1 gramme d'azote pour 6 kilogrammes de terre; le poids correspondant à l'hectare variait avec la nature de l'engrais de 42 à 152 tonnes. Les résultats obtenus avec 38 échantillons étaient les suivants :

4 ont diminué la quantité d'azote de la récolte.				
7 ont accru l'azote de la récolte	d'une proport.	corresp. à	5 p. 100	de leur azote.
8	—	—	5 à 10	—
7	—	—	10 à 15	—
7	—	—	15 à 20	—
5	—	—	plus de 20	—

En général, l'engrais le plus azoté, par suite celui dont le poids employé était le plus faible, donnait le meilleur résultat.

Lorsque Mœrcker adjoignait à du nitrate de soude de la paille ou du fumier en quantités moindres que dans ses premières expériences, le mauvais effet du fumier ne se faisait plus sentir, mais la paille était encore assez nuisible. L'azote retrouvé dans la récolte pour 100 d'azote de nitrate de soude a été :

Nitrate seul	66.6
— avec fumier de vache	66.0
— — mouton	62.7
— avec crottin de cheval	57.2
— avec paille d'avoine	23.0
— avec paille de blé	21.8

On employait le fumier à raison de 3.3 p. 100 de terre, soit 82 tonnes à l'hectare. Le poids de la paille était moitié du précé-

dent, mais, contenant beaucoup moins d'eau, apportait au sol bien plus de matière organique.

Ces nouveaux résultats s'accordent bien avec notre manière de voir. Mœrcker n'abandonne nullement son opinion sur l'influence prépondérante de l'apport d'organismes par les fumures ; suivant qu'un fumier donne un bon ou un mauvais résultat, il attribue de suite l'effet à l'absence ou à l'abondance des ferments dénitrificateurs.

Les expériences allemandes ont naturellement attiré l'attention en France : en 1895, Pagnoul exécuta une série de recherches analogues. Ses pots étaient assez grands et contenaient 25 kilos de terre, il y mettait 500 grammes de crottin de cheval, soit 2 p. 100. La moitié des pots ne fut ensemencée en ray-grass qu'après six semaines, l'autre moitié reçut de la graine de moutarde quinze jours après l'addition des engrais. On obtint les récoltes suivantes :

	Ray-grass.	Moutarde.
	gr.	gr.
Nitrate de soude.	184	234
Nitrate de soude et crottin de cheval	251	357
Sulfate d'ammoniaque	182	69
Sulfate d'ammoniaque et crottin de cheval.	190	229

Ces expériences sont encore incomplètes ; mais elles montrent qu'avec une dose modérée de fumier les rendements, sous l'influence du nitrate ou du sulfate d'ammoniaque, ne sont pas diminués ; c'est même le contraire que l'on observe.

Les résultats de Rothamsted relatifs à ce sujet.

Les expériences culturales de Rothamsted fournissent de nombreux exemples de l'action du fumier de ferme sur diverses récoltes, ainsi que des effets des arrière-fumures. Le changement de caractère d'un sol par l'usage continu du fumier, et la production comparée des nitrates dans des sols avec ou sans engrais, sont également mis en lumière par ces recherches. Pour nous tenir au sujet qui nous occupe, nous chercherons quels ont été les résultats obtenus à Rothamsted par l'emploi du fumier de ferme ou de la paille concurremment avec du nitrate de soude ou d'autres engrais azotés.

La question de savoir s'il est économique d'employer le fumier

de ferme en même temps que les engrais chimiques est d'une haute importance pour le cultivateur, et ne peut être résolue que par des expériences culturales. Malheureusement ces recherches sont entachées d'irrégularités dont la cause principale, la grande variabilité des saisons et surtout la distribution extrêmement variable de la pluie, est tout à fait en dehors du contrôle de l'expérimentateur. Il devient donc nécessaire de prendre la moyenne des observations d'un grand nombre d'années. A ce point de vue, les résultats de Rothamsted ont une valeur inappréciable.

Dans le champ réservé à la culture des racines à Rothamsted, une surface assez considérable a reçu annuellement pendant longtemps trente-cinq tonnes de fumier de ferme par hectare. En outre, sur la moitié de cette surface, on donnait chaque année 440 kilos de superposphate. Chacune des deux moitiés est partagée en cinq parcelles ; l'une ne reçoit aucun engrais supplémentaire, les autres reçoivent respectivement du nitrate de soude, du sulfate d'ammoniaque, du tourteau de colza, du sulfate d'ammoniaque avec du tourteau. Chaque engrais supplémentaire apporte une quantité connue d'azote. Quels ont été les effets de ces engrais ?

Au point de vue pratique, le cultivateur se contentera d'évaluer l'accroissement de rendement obtenu par l'emploi de l'engrais supplémentaire, et de comparer la valeur de cette récolte au coût de l'engrais chimique.

Pour avoir une connaissance précise de la plus-value fournie par les engrais chimiques adjoints au fumier, nous devons envisager les choses d'un peu plus près, et rechercher quelle fraction de l'azote de l'engrais se retrouve dans la récolte. Il est d'autant plus indispensable d'agir ainsi qu'une récolte de racines est enlevée au sol à des états de maturité différents, variables avec les conditions météorologiques de l'année, et qu'une récolte incomplètement mûre, n'ayant formé qu'un faible poids de racines par suite d'une saison défavorable, peut cependant renfermer dans les racines et dans les feuilles presque autant d'azote qu'une récolte venue dans une saison favorable au développement des racines.

Des dosages d'azote ont été effectués dans les racines des betteraves fourragères des parcelles à fumier pendant les cinq années

1878 à 1882. La proportion d'azote n'a pas été déterminée dans les feuilles; mais on connaît le poids de ces organes et le poids correspondant de matière sèche. Cependant l'azote a été dosé, pendant cette même période, dans les feuilles provenant de parcelles recevant les mêmes engrais chimiques sans fumier. En admettant que la matière sèche des feuilles des parcelles à fumier contienne le même taux d'azote que les feuilles des parcelles recevant mêmes engrais chimiques, aux mêmes années, on a très approximativement la teneur totale en azote des récoltes ayant reçu du fumier. Plus tard l'azote a été dosé dans les racines et dans les feuilles des betteraves de toutes les parcelles.

Grâce à l'obligeance de Sir J. Lawes et de Sir H. Gilbert, M. Warington a pu établir le tableau suivant qui donne la moyenne des résultats de 1878 à 1882, c'est-à-dire pour six années. La teneur en azote des racines en 1883 a été calculée d'après le pourcentage moyen des cinq années précédentes.

Avant de discuter les nombres obtenus, il est bon d'indiquer comment les fumures ont été appliquées. A Rothamsted, les betteraves sont cultivées en billons. Pendant les années considérées, les engrais, sauf le fumier, étaient semés à la volée, puis enterrés par un hersage. Les sillons étaient ensuite tracés et le fumier introduit dans les sillons qui étaient ensuite convertis en billons, sur la crête desquels on semait les graines. L'application de nitrate avant le fumier, et surtout d'aussi bonne heure dans la saison, n'est certainement pas recommandable aujourd'hui dans l'état actuel de la science, et nous verrons qu'ultérieurement on a procédé différemment ; malgré cela, les rendements sous l'influence du fumier et des engrais chimiques sont très satisfaisants.

Wagner, au commencement de son mémoire, dit que, dans la pratique agricole, 55 p. 100 de l'azote du nitrate de soude se retrouvent généralement dans la récolte ; dans les expériences en pots, il trouve 77 p. 100 ; Mœrcker trouve 55.

A Rothamsted une récolte d'orge renferme environ 60 p. 100 de l'azote d'une fumure modérée de nitrate de soude lorsqu'on ajoute une quantité suffisante d'engrais minéraux. Le sulfate d'ammoniaque, d'après Wagner, donne, pour le même taux d'azote, un rendement plus faible d'un dizième que celui qui correspond au nitrate. En tenant compte de ces faits, on peut être satisfait des

Expériences sur les Betteraves fourragères à Barnfield, Rothamsted,
***Moyennes des résultats de six années*, 1878 à 1883.**

N°	FUMURES COMMUNES A TOUTES LES PARCELLES D'UNE MÊME SÉRIE		FUMURES GÉNÉRALES SEULEMENT	FUMURES GÉNÉRALES AVEC ENGRAIS SUPPLÉMENTAIRES CI-DESSOUS: NITRATE DE SOUDE 96 kil. 6 d'azote.		SELS AMMONIACAUX 96 kil. 6 d'azote.		TOURTEAUX DE COLZA 110 kil. d'azote.		SELS AMMONIACAUX ET TOURTEAUX 206 k. 6 d'azote.	
				Rendement.	Accroissement de rendement.	Rendement.	Accroissement de rendement.	Rendement.	Accroissement de rendement.	Rendement.	Accroissement de rendement.
	Poids de la récolte par hectare.										
			kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
1	Fumier de ferme, 35 tonnes.	Racines	37.355	51.065	13.710	50.813	13.458	53.958	16.603	58.108	20.753
		Feuilles	6.666	9.182	2.516	12.452	5.786	9.433	2.767	14.464	7.798
		Total	44.021	60.247	16.226	63.265	19.244	63.391	19.370	72.572	28.551
2	Fumier, 35 tonnes, Superphosphate, 440 kilos.	Racines	37.230	56.222	18.992	50.310	13.080	53.706	16.476	57.605	20.375
		Feuilles	6.037	10.816	4.779	13.081	7.044	9.433	3.396	14.716	8.679
		Total	43.267	67.038	23.771	63.391	20.124	65.139	19.872	72.321	29.054
	Azote par hectare.										
1	Fumier de ferme, 35 tonnes.	Racines	60 4	103 9	43 5	101 8	41 4	104 4	44 0	131 3	70 9
		Feuilles	19 5	27 8	8 3	34 1	14 6	27 6	8 1	49 1	29 6
		Total	79 9	131 7	51 8	135 9	56 0	132 0	52 1	180 4	100 5
2	Fumier, 35 tonnes, Superphosphate, 440 kilos.	Racines	60 0	112 5	52 5	103 7	43 7	105 0	45 0	133 4	73 4
		Feuilles	17 3	31 3	14 0	38 6	21 3	28 1	10 8	48 7	31 4
		Total	77 3	143 8	66 5	142 3	65 0	133 1	55 8	182 1	104 8

Azote retrouvé dans l'accroissement de rendement pour 100 d'azote de l'engrais supplémentaire.

N°			Nitrate de soude	Sels ammoniacaux	Tourteaux de colza	Sels ammoniacaux et tourteaux
			p. 100	p. 100	p. 100	p. 100
1	Fumier de ferme, 35 tonnes.	Racines.....	45.0	42.9	40.0	34.3
		Feuilles.....	8.6	15.1	7.3	14.3
		Total......	53.6	58 0	47.3	48.6
2	Fumier, 35 tonnes, Superphosphate, 440 kilos.	Racines.....	54.4	45.2	40.9	35.5
		Feuilles.....	14.5	22.1	9.8	15.2
		Total......	68.9	67.3	50.7	50.7

proportions d'azote retrouvées dans l'excédent de récolte de betteraves, sous l'influence du nitrate de soude et du sulfate d'ammoniaque. Le nitrate de soude est utilisé dans la proportion de 53.6 p. 100 lorsqu'il est employé avec le fumier seul, le rendement atteint 68.9 p. 100 lorsqu'on ajoute du superphosphate. Avec les sels ammoniacaux, l'utilisation correspondante de l'azote est de 58.0 et de 67.3 p. 100. Remarquons que l'adjonction de superphosphate seul au fumier ne produit pas d'accroissement de récolte, mais que lorsqu'on emploie, en outre, du nitrate ou de l'ammoniaque, la présence du superphosphate exerce une action des plus favorables. Un excès d'acide phosphorique n'est exigé par les plantes que lorsque la provision d'azote est accrue. Nous verrons bientôt que les résultats sont encore améliorés par l'addition de potasse.

L'azote des tourteaux a été utilisé dans la proportion de 47.3 p. 100 en l'absence de superphosphate, et dans la proportion de 50.7 p. 100 avec superphosphate. Comme le tourteau apporte luimême de l'acide phosphorique (et de la potasse), l'effet du superphosphate est peu sensible. La forte fumure de sels ammoniacaux et de tourteaux, représentant 206 kilos d'azote à l'hectare, est utilisée dans les rapports de 48.6 et 50.7 p. 100, suivant que le superphosphate fait défaut ou non.

On peut objecter que ces coefficients d'utilisation de l'azote sont exagérés, parce que les feuilles des betteraves ne sont pas emportées, mais sont toujours enfouies dans le sol des parcelles. Pour évaluer l'influence de cette restitution par les feuilles, il nous faut connaître quelle fraction de l'azote des feuilles laissées sur le sol en novembre se retrouvera dans la récolte de l'année suivante. En admettant qu'un quart de cet azote se retrouve dans la récolte suivante, on fait vraisemblablement une très large concession à l'objection avancée. De l'azote dans l'accroissement de récolte on déduira un quart de l'azote des feuilles ; la différence représentera très approximativement l'augmentation d'azote sous l'influence des engrais supplémentaires. Les corrections à faire dépendent du rapport entre les poids des feuilles et des racines ; elles sont faibles lorsqu'il s'agit de nitrate de soude, mais augmentent pour les parcelles à sels ammoniacaux et surtout pour celles à tourteaux avec sels ammoniacaux.

Azote retrouvé dans l'accroissement de rendement des Betteraves, pour 100 d'azote dans l'engrais supplémentaire, après déduction d'un quart de l'azote des feuilles.

Engrais donnés à toutes les parcelles.	UTILISATION DE L'AZOTE DES ENGRAIS SUPPLÉMENTAIRES			
	Nitrate de soude 96 k. 6 d'azote.	Sels ammoniacaux et tourteaux 96 k. 6 d'azote.	Tourteaux 110 k. d'azote.	Sels ammoniacaux et tourteaux 206 k. d'azote.
—	—	—	—	—
	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100
1. Fumier de ferme. .	51.5	54.3	45.5	45.1
2. Fumier de ferme et superphosphate.	65.3	61.9	48.3	47.0

Ces résultats corrigés montrent encore que l'azote des engrais chimiques est bien utilisé en présence de fumier de ferme, surtout avec du superphosphate.

En l'absence de dosages on a dû, dans ces calculs, évaluer approximativement l'azote des feuilles; nous pouvons cependant arriver à une conclusion pratique en ce qui concerne l'efficacité des nitrates, sels ammoniacaux, etc., employés en même temps que le fumier de ferme, sans avoir à considérer les feuilles. Le tableau ci-dessous indique comment l'azote de l'engrais chimique employé seul ou avec du fumier est utilisé par les racines de betteraves. Les chiffres sont la moyenne de ceux obtenus pendant six ans.

Engrais donnés à toutes les parcelles.	ENGRAIS AZOTÉS SUPPLÉMENTAIRES			
	Nitrate de soude.	Sels ammoniacaux.	Tourteaux.	Sels ammoniacaux et tourteaux.
—	—	—	—	—
Azote retrouvé dans l'accroissement de poids des racines pour 100 dans l'engrais supplémentaire.				
Fumier de ferme et superphosphate. . . .	54.4	45.2	40.9	35.5
Superphosphate et sulfate de potasse. . .	58.1	44.5	51.8	45.5
Feuilles pour 1,000 parties de racines.				
Fumier de ferme et superphosphate. . . .	193	260	176	255
Superphosphate et sulfate de potasse. . .	169	186	148	235

Sur les parcelles où du nitrate de soude, ou du sulfate d'ammoniaque, a été répandu sur une terre ayant reçu du superphosphate et du sulfate de potasse, l'utilisation de l'azote des engrais azotés a été sensiblement la même que lorsque la terre a été en outre fumée au fumier de ferme; les 35 tonnes de fumier n'ont donc pas exercé d'influence fâcheuse sur le nitrate ou sur l'ammoniaque.

Ces conclusions restent les mêmes si l'on tient compte des feuilles, car le rapport des feuilles aux racines est maximum pour toutes les parcelles à fumier; la proportion d'azote retrouvée dans la récolte serait donc plus forte dans ce cas que sans fumier, si l'on fait intervenir l'azote des feuilles. Pour les parcelles avec tourteaux, l'utilisation de l'azote est moins bonne avec fumier que sans fumier : avec 2,250 kilos de tourteaux et 35 tonnes de fumier on arrive vraisemblablement à une quantité de matière organique dépassant celle qui peut être économiquement employée en une saison.

Malgré l'excellente utilisation par les betteraves de l'azote du nitrate de soude et des sels ammoniacaux en présence du fumier, l'augmentation de récolte, sous l'influence de ces engrais complémentaires, n'est pas aussi considérable que lorsque ces engrais sont employés sans fumier de ferme. Ainsi l'augmentation de récolte totale, racines et feuilles, sur la parcelle à nitrate de soude avec fumier et superphosphate, est de 23,771 kilos, elle est de 20,124 kilos lorsque le sulfate d'ammoniaque est substitué au nitrate de soude; sans fumier, les accroissements dus à des engrais azotés semblables employés en même temps que du superphosphate et du sulfate de potasse étaient respectivement de 35,846 kilos et de 30,060 kilos. Ces différences sont dues à ce que le nitrate de soude et les sels ammoniacaux donnent un accroissement de récolte plus faible, mais *bien plus riche en azote*, lorsqu'ils sont ajoutés à un sol fumé au fumier de ferme que lorsqu'ils sont fournis à une terre sans autre engrais azoté. Ce fait est d'une grande importance pratique pour le cultivateur, mais n'a rien à faire avec la question posée : le fumier de ferme exerce-t-il une action préjudiciable sur l'assimilation de l'azote des autres engrais?

Depuis 1895, quelques changements ont été apportés à Rothamsted au mode de culture des betteraves fourragères; sur les parcelles à phosphate on met en plus 560 kilos de sulfate de potasse; et depuis 1896 le superphosphate est remplacé par des scories basiques à raison de 505 kilos par hectare. En forçant ainsi la dose d'aliments minéraux, on se place dans des conditions plus favorables à la manifestation des effets des fortes fumures azotées.

Le mode d'application des fumures a aussi été changé. En

1896 et en 1897 les scories, le sulfate de potasse et les tourteaux ont été répandus à la volée à la fin d'avril et enterrés par un labour; puis les sillons ont été ouverts et ont reçu le fumier; enfin on a formé les billons. L'ensemencement a été fait dans la première semaine de mai. En juin, on met en couverture le nitrate et les sels ammoniacaux, le long des lignes des betteraves. Cette distribution a eu lieu en 1896, le 7 juillet, et en 1897, le 20 juillet, assez tard à cause de la sécheresse de la saison. Lorsque les engrais azotés sont appliqués tardivement, le développement des racines est insuffisant et la proportion de feuilles est considérable.

Dès que l'on n'envisage que les résultats d'un petit nombre de saisons les irrégularités inséparables des expériences de culture se manifestent au grand jour. Dans le cas actuel, on observe de grandes différences entre les résultats de 1896 et ceux de 1897.

Pour cette dernière année, l'utilisation de l'azote a souvent été bien meilleure qu'en 1896, et cependant, les récoltes ne sont pas sensiblement plus fortes, cela tient à ce qu'en 1897 les feuilles sont en plus grande proportion par rapport aux racines.

Le tableau ci-dessous donne les quantités d'azote utilisées pour 100 de l'azote des engrais complémentaires, déduction faite du poids d'azote restitué par les feuilles de la récolte précédente, feuilles qui ont été laissées sur le sol.

ANNÉES	SÉRIES	FUMURES aux parcelles d'une même série.	NITRATE de soude 96 k. 6 d'azote.	SELS ammoniacaux 96 k. 6 d'azote.	TOURTEAUX de colza 110 k. d'azote.	SELS ammoniacaux et tourteaux 206 k. 6 d'az.
			p. 100	p. 100	p. 100	p. 100
1896	1	Fumier de ferme. .	66.6	40.9	36.8	26.9
	2	Fumier, scories, sulfate de potasse. .	91.3	72.8	47.4	40.0
1897	1	Fumier de ferme. .	97.1	78.5	80.9	51.7
	2	Fumier, scories, sulfate de potasse. .	100.5	82.8	70.0	58.9
Moyenne de 1896 et 1897.	1	Fumier de ferme. .	81.9	59.7	58.9	39.3
	2	Fumier, scories, sulfate de potasse. .	95.9	77.8	58.7	49.5

En comparant ces nombres à ceux donnés précédemment, nous

voyons que l'azote du nitrate a été bien mieux utilisé, par suite de l'application tardive de l'engrais. Mais le fermier doit se garder d'ajouter le nitrate trop tard, comme dans le cas actuel, car des feuilles très azotées ne compensent pas un développement insuffisant des racines. Le fort rendement sous l'influence du nitrate de soude est peut-être attribuable à l'apport de soude: dans le champ de betteraves, les plus fortes récoltes ont toujours été obtenues sur les parcelles recevant de la soude et de la magnésie en plus de la potasse et des superphosphates, en exceptant les parcelles à fumier.

Il est maintenant bien évident que dans les conditions réalisées à Rothamsted il y a une bonne utilisation du nitrate ajouté au fumier, cela découle des premières expériences dans lesquelles le nitrate était répandu avant le fumier; le fait est encore plus net dans les dernières années où le nitrate est fourni aux jeunes plantes et où l'apport de potasse est accru. Les poids de fumier employés à Rothamsted sont modérés, et nous ne devons pas affirmer qu'on n'apporte pas un trouble dans l'action du nitrate lorsqu'on fait usage de proportions beaucoup plus fortes de fumier. Les chances de nitrification augmentent en même temps que la quantité de matière organique fermentescible dans le sol, et le phénomène est favorisé par la présence d'un excès d'humidité. Les horticulteurs qui fument très copieusement leurs terres peuvent souffrir de la dénitrification plus fréquemment que les fermiers.

Le mode d'application du fumier de ferme doit exercer une certaine influence. Si le fumier n'est pas intimement mélangé au sol, comme c'est le cas ordinaire en grande culture, il n'y aura pas homogénéité; la zone de dénitrification est limitée au voisinage de la matière organique, et ne comprend pas toute la région pénétrée par les racines.

Occupons-nous maintenant des expériences faites à Rothamsted, relativement à l'influence de la paille dans la culture du blé.

Pendant douze ans, de 1868 à 1879, la paille de la récolte précédente a été incorporée au sol de la moitié de certaines parcelles. Aucune ne recevait de nitrate, mais presque toutes recevaient des sels ammoniacaux.

Considérons d'abord la parcelle 7, qui reçoit des matières minérales et 96 kil. 6 d'azote à l'état de sels ammoniacaux. Avant

l'addition de paille, le rendement moyen des seize années précédentes était de 7,119 kilos pour la moitié *a*, et de 7,200 kilos pour la moitié *b*, soit une différence de 81 kilos en faveur de 7 *b*. De 1868 à 1879, la paille de la récolte précédente, d'un poids moyen de 3,370 kilos par hectare, était hachée, répandue sur 7 *a* et enfouie au mois d'octobre. Pour dix années sur douze, les autres engrais, y compris les sels amoniacaux, étaient ajoutés en même temps; les deux autres années, ils ont été mis au printemps. Le rendement moyen des douze années a été de 5,585 kilos pour 7 *a*; il a été de 5,823 kilos pour la parcelle 7 *b*, la différence est donc de 238 kilos en faveur de 7 *b*, dont il faut déduire 81 kilos représentant la supériorité originelle de 7 *b*. La perte annuelle due à l'usage de la paille est donc de 157 kilos par hectare; le rendement de la moitié 7 *a* est diminué de 27 p. 100.

Les parcelles 6 et 8 reçoivent des engrais minéraux en abondance; la première reçoit, en outre, 48 kil. 3 d'azote ammoniacal et la seconde en reçoit 144 kil. 9. L'application de paille a produit sur 6 *a* une diminution de rendement de 42 kilos, et sur 8 *a* une augmentation de 144 kilos par hectare, en tenant compte des différences originelles des deux moitiés de chaque parcelle. Il est donc douteux que la paille diminue les rendements des sels ammoniacaux.

Sur une prairie permanente, l'addition de 2,250 kilos de paille à une fumure complète d'engrais minéraux et de sels ammoniacaux a augmenté le rendement en foin de 975 kilos pour la moyenne de quarante années, de 1856 à 1895. La paille était mise en janvier, les sels ammoniacaux étaient répandus en février et mars.

En résumé, les résultats fournis par les expériences culturales de Rothamsted, et portant sur le fumier de ferme et sur la paille, sont loin de confirmer les conclusions des expérimentateurs allemands; leurs résultats sont dus aux conditions spéciales des expériences, et principalement à l'emploi de très fortes doses de fumier ou de paille.

A côté de ce sujet de la dénitrification, les expériences allemandes nous donnent des indications utiles; la méthode de cultures en pots permet souvent de résoudre certaines questions qu'il est difficile d'aborder autrement.

De ces observations, il ressort nettement que le fumier de ferme est sans valeur pour les plantes tant qu'il n'est pas nitrifié; c'est

la seule conclusion que nous puissions déduire du peu d'effet de cet engrais employé en grandes quantités dans les pots. L'avantage de très fortes fumures de fumier de ferme est donc discutable.

Les conditions favorables à la nitrification de grandes masses de matière organique méritent d'être étudiées. Les expériences de M. Dehérain sur ce sujet montrent qu'il y a là matière à recherches. 100 parties de terre sèche ont été additionnées de 5, 10, 15, 20 et 25 parties d'eau ; ces mélanges ont été maintenus dans des atmosphères saturées pour que la teneur en eau pût rester constante ; après trois mois, on dosa l'azote nitrique. En même temps, une expérience parallèle portait sur des échantillons de terre additionnés de 2 p. 100 de fumier. Voici les résultats obtenus :

Eau ajoutée à 100 de terre.	ACIDE NITRIQUE FORMÉ PAR KILO DE TERRE	
	Sans addition.	Avec fumier de ferme.
	milligr.	milligr.
5	250	270
10	260	360
15	270	490
20	290	290
25	380	220

Tandis que dans la terre normale la nitrification est d'autant plus active que la proportion d'eau est plus élevée, il n'en est pas de même lorsque la terre renferme une quantité de fumier correspondant à 50 tonnes à l'hectare. Dans ce cas, le meilleur résultat est obtenu lorsque l'humidité est de 15 p. 100 du poids de la terre sèche. Avec 20 p. 100 d'eau le fumier ne présente aucun avantage ; lorsque la proportion d'eau atteint 25 p. 100, la terre renfermait moins d'acide nitrique qu'en l'absence de fumier ; vraisemblablement il y avait eu dénitrification. Ces expériences méritent d'être répétées. Elles s'accordent avec les idées qui avaient cours en France lorsqu'on s'occupait des nitrières artificielles. De nombreuses observations avaient montré qu'il était important de bien régler la proportion d'eau dans les tas de matière organique soumise à l'oxydation ; la teneur en eau devait être diminuée à mesure que la nitrification avançait ; sans cette précaution, on risquait d'obtenir peu de nitre. Peut être pouvons-nous en déduire que le fumier est surtout favorable sur les terres peu humides.

Les expériences allemandes montrent qu'il existe une grande différence, au point de vue de la valeur comme engrais, entre les

déjections solides et les déjections liquides des animaux. Les analyses d'excréments et de fumier font voir aussi que l'effet de ces engrais dépend de la proportion d'azote soluble qu'ils renferment. Les excréments des animaux employés directement sont plus avantageux que le produit final provenant du tas de fumier, par suite des pertes considérables d'azote qui se produisent entre le moment de l'émission des déjections et celui où le fumier est répandu. Mœrcker évalue cette perte à 20 kilos par an et par animal. Il en faut conclure qu'il y a économie à faire paître les animaux dans les champs lorsque cela est possible.

Lorsque M. Warington a publié l'article que l'on vient de lire et qui réfute si péremptoirement les théories des auteurs allemands, il n'avait pas encore eu connaissance du mémoire que M. Dehérain a fait paraître ici-même [1] l'année dernière. En présence de l'émotion causée dans le monde agricole par les travaux de Wagner et de Mœrcker, notre savant maître a jugé nécessaire de rechercher si les résultats en question étaient bien de nature à jeter une défaveur sur l'emploi du fumier; il a montré que nous devions être pleinement rassurés à cet égard; il a vu, en particulier, que la dénitrification ne se produit dans le sol qu'en présence d'aliments carbonés spéciaux employés en quantité suffisante. La démonstration de la puérilité des craintes de dénitrification en temps normal n'avait donc pas besoin d'être refaite pour les lecteurs des *Annales*. Néanmoins, il était bon qu'un agronome de l'autorité de M. Warington, appartenant à une autre nation, vînt confirmer cette démonstration, surtout en faisant intervenir les résultats pratiques de Rothamsted.

QU'EST-CE QUE L'ALINITE ?

PAR

M. le Dr J. STOKLASA, de Prague [2].

L'été dernier, un cultivateur allemand, M. Caron d'Ellenbach, faisait connaître que ses observations l'avaient amené à isoler du sol une bactérie capable de fixer l'azote de l'air au profit des

1. *Ann. agr.*, t. XXIII, 1897, p. 49.
2. Tirage à part, extrait du *Chemiker Zeitung*, 1898, n° 20.

céréales. Les cultures pures de ce bacille préparées en grand sur les indications de l'inventeur par une fabrique de produits chimiques d'Elberfeld, ont été mises dans le commerce sous le nom d'alinite et présentées comme un « engrais pour toutes les céréales ».

M. Caron cultive à Ellenbach (Hesse) une centaine d'hectares, dont plus des trois quarts en céréales; des circonstances locales l'obligeaient à chercher exclusivement dans les engrais chimiques l'azote nécessaire à la fumure de ses terres; il se préoccupa de trouver une source de matière fertilisante moins onéreuse.

L'étude de la flore microbienne de ses terres l'amena à conclure que les champs de céréales contenaient en quantités variables des bactéries fixatrices d'azote. L'abondance des bactéries déterminait la fertilité du sol.

M. Caron isola une de ces formes, qu'il trouva très répandue; c'est un bacille qu'il a nommé *Bacillus Ellenbachensis* α.

Une série d'expériences, en pots et en pleins champs, lui démontra qu'en inoculant le bacille aux semences de céréales, on obtenait des excédents de récolte très sensibles.

Les essais en pots ont porté sur la moutarde; une moitié des semences fut plongée dans une solution qui renfermait des cultures pures de *Bacillus Ellenbachensis*, tandis que l'autre moitié restait indemne. Les pots inoculés donnèrent une récolte de 110 à 135 tandis que les autres ne donnaient que 100.

La culture de l'avoine en plein champ a fourni des résultats tout aussi avantageux; les récoltes des parcelles inoculées et celles des parcelles indemnes étaient dans le rapport de 135 à 100.

Fort de ces faits, confirmés encore par de nombreuses observations, M. Caron a complètement abandonné depuis 1894 les engrais azotés du commerce, pour leur substituer l'inoculation de *Bacillus Ellenbachensis*.

Le procédé est d'une grande simplicité. Les cultures pures du bacille sont diluées dans une grande masse d'eau et on immerge dans cette solution les graines de céréales; elles se chargent des spores du précieux microbe; celles-ci se développent dans le sol, se multiplient et assurent l'alimentation azotée des céréales.

La fabrique d'Elberfeld fait l'élevage en grand du bacille et livre les cultures pures sous le nom d'*Alinite*.

Cette découverte inattendue a eu un grand retentissement en

Allemagne et les nombreuses stations expérimentales des pays germains ont étudié l'alinite pour en fixer la valeur.

Le Dr Stoklasa de Prague a publié tout récemment le résultat de ses observations sur ce sujet. Il s'est proposé de répondre aux deux questions suivantes :

1° Le *Bacillus Ellenbachensis* α est-il bien une nouvelle espèce?

2° A-t-il réellement le pouvoir de fixer l'azote?

La réponse à la première question est négative. *Bacillus Ellenbachensis* a été identifié de la manière la plus complète, dans toutes ses propriétés, avec *Bacillus megatherium* de Bary, très répandu dans les sols et les eaux.

Mais *Bac. megatherium* est bien un fixateur d'azote. Des expériences très minutieuses et très précises, exécutées au laboratoire de Prague par le Dr Stoklasa et ses collaborateurs MM. O. Laxa et Fr. Duchacek ont même permis de mesurer les quantités d'azote fixées. Elles s'élèvent à 0 gr. 07 et 0 gr. 1 au bout de soixant-deux jours.

M. le Dr Stoklasa a soumis *Bac. megatherium* à une étude approfondie qui lui a donné de très intéressants résultats. L'espèce est aérobie et détruit les nitrates ; c'est un microbe dénitrifiant; mais, en outre, *Bac. megatherium* possède à un très haut degré le pouvoir de solubiliser l'azote des matières organiques. Cultivé sur fibrine et nucléine, il a solubilisé en soixante-seize jours 22 p. 100 de l'azote total ; le phénomène s'accompagne de la production de composés amidés acides de la série grasse ; le soufre des matières albuminoïdes passe à l'état d'acide sulfurique.

Cette action se manifeste avec une grande énergie à l'égard des matières organiques de la tourbe ; *Bac. megatherium* vit très bien dans l'extrait de tourbe; l'expérience a montré que, dans une tourbe dosant 0.83 p. 100 d'azote, le bacille avait transformé au bout de soixante-douze jours 42 p. 100 de l'azote total en formes solubles dans l'eau et certainement assimilables par les plantes.

Il est probable que *Bac. megatherium* exerce cette curieuse propriété aux dépens des matières organiques du sol et les amène rapidement à l'état assimilable ; il tend ainsi à faciliter beaucoup l'alimentation des plantes cultivées et à en accroître les récoltes.

L'alinite est donc formée des spores de *Bac. megatherium* ; introduites dans le sol, les spores germent et si les circonstances sont favorables, se multiplient. *Bac. megatherium* fixe l'azote de

l'air et enrichit le sol en cet élément, mais il agit surtout sur la végétation en transformant très rapidement en composés solubles assimilables les matières organiques du sol.

L'alinite a été étudiée par d'autres agronomes allemands ; les quelques résultats de ces études publiés jusqu'ici sont fort divergents et ne concordent pas du tout avec les observations du Dr Stoklasa.

D'après le Dr Franck [1], de Berlin, MM. Stutzer et Hartleb ont reconnu dans le microbe de Caron le *Bac. terrigenus*, nommé par Frank en 1886 et très voisin de *Bac. subtilis*. L'espèce liquéfie la gélatine et détruit les nitrates, mais elle ne fixe pas d'azote.

Le Dr Wagner [2] ne publie à son tour que des résultats négatifs; il a tenté sur l'orge et l'avoine des expériences dans lesquelles l'alinite jouait le rôle d'engrais azotés. Dans tous les cas, même à doses massives, l'emploi de l'alinite n'a été suivi d'aucun succès. Les plantes présentaient tous les symptômes de ce que le Dr Wagner a si bien décrit autrefois sous le nom de *faim d'azote*.

En résumé, la question reste ouverte et il est à souhaiter que de nouvelles recherches confirment les observations du Dr Stoklasa. Il y a là un fait d'une grande importance à vérifier.

L'ENSEMENCEMENT DES FERMENTS

DANS LE SOL

A PROPOS DES TRAVAUX DE MM. CARON ET DE STOKLASA

PAR

M. P.-P. DEHÉRAIN

La grande découverte de la fixation de l'azote dans le sol, par action microbienne, de M. Berthelot, remonte à 1885 ; en 1886 Hellriegel et Wilfarth ont montré que les légumineuses qui portaient sur leurs racines des nodosités à bactéries utilisaient l'azote atmosphérique ; depuis cette époque, les agronomes et les physiologistes n'ont cessé de s'occuper de cette grande question de

1. *Deutsche Lander.*, Pr. 1898, n° 22, communication faite à la Société des Agriculteurs allemands.

2. *Düngringsfragen*, Heft IV, Parcy, 1898.

l'intervention de l'azote atmosphérique dans les phénomènes de la végétation et cependant jusqu'à ce jour les résultats pratiques sont nuls, la culture n'a pas profité des travaux qui ont été accumulés sur le sujet.

A quoi est due cette stérilité complète et comment se fait-il que ces belles découvertes n'aient porté aucun fruit? C'est sur ce sujet que je veux un instant appeler l'attention.

§ 1er. — Introduction des ferments dans le sol. — Nitragine. Alinite. — Terres nitrifiantes.

Quand on a vu Hellriegel et Wilfarth conduire jusqu'à fructification des semis de pois ou de lupins végétant dans du sable, avec de simples engrais minéraux, aussitôt que de la délayure de terre était ajoutée à ces sables stériles, on a pensé que l'addition au sol de ferments appropriés à la culture entreprise, donnerait des résultats avantageux.

De cette idée est née la fabrication de la *nitragine*, dont nous avons à diverses reprises entretenu nos lecteurs [1]. Cette fabrication est-elle très bien conduite? Les gelées dans lesquelles sont enfermées les spores des bactéries destinées à vivre en symbiose avec les légumeuses, les conservent-elles vivantes, prêtes à entrer en activité quand elles sont placées dans un sol humide? C'est là une question que nos essais peu nombreux ne nous permettent pas de trancher; nous dirons seulement que nous avons fait venir d'Allemagne des flacons de nitragine destinés, d'après les indications qu'ils portaient, à faire naître des nodosités sur des racines de lupins blancs, jaunes ou bleus, et que malgré toutes les précautions que nous avons prises pour répandre les contenus des flacons, l'échec a été absolu, aucune nodosité n'est apparue.

Le produit avait-il été mal préparé? avons-nous mal opéré? je l'ignore. D'autre part, un physiologiste distingué, M. Mazé, a essayé à Grignon d'ensemencer avec des cultures exécutées dans son laboratoire de l'Institut Pasteur, des semis de vesce, il n'en a obtenu aucun avantage: l'expérience avait été cependant conduite avec soin et les cultures microbiennes étaient en très bon état.

Au reste, si on a réussi en Allemagne à obtenir de bons résultats

1. *Ann. agr.*, t. XXII, p. 434.

de quelques sols tourbeux, en y incorporant de la terre ayant porté l'année précédente une culture de légumineuses, on ne voit pas que la fabrication de la nitragine ait pris l'extension qu'elle aurait certainement acquise, si son épandage avait présenté une réelle efficacité.

En maintenant humides et bien aérées des terres de la Limagne d'Auvergne ou des terres de Grignon pendant plusieurs années, j'ai réussi à y faire apparaître des quantités considérables de nitrates; ces terres renferment actuellement 2 grammes environ d'azote nitrique par kilogramme; elles contiennent donc des ferments nitriques en pleine activité, et cependant, quand j'ai essayé d'ensemencer les terres de la Limagne ou celles de mon champ d'expériences de Grignon avec ces terres nitrifiantes, je n'en ai obtenu que des effets nuls ou discutables.

Il semble qu'il en soit de même de l'alinite, au moins dans un certain nombre de cas, car si M. Caron a réussi à obtenir une augmentation de récoltes en utilisant ces ferments, MM. Frank, Stutzer et Wagner n'en ont tiré aucun profit.

En général, les ensemencements de ferments n'ont donc pas réussi et il importe de chercher les causes de ces échecs.

§ 2. — Les ferments existent dans le sol.

Cette cause me paraît l'existence dans le sol de tous les ferments dont les propriétés peuvent être utiles aux cultivateurs; ils existent en général dans le sol, et, dès lors, une nouvelle addition devient inutile.

C'est ce qu'une rapide nomenclature permettra de démontrer.

Que les ferments *oxydants, producteurs d'acide carbonique* aux dépens des matières organiques du sol soient présents partout, personne ne le mettra en doute.

Les *ferments ammoniacaux* se trouvent également dans toutes les terres, dans les résidus de végétation; la terre, la paille même amènent l'urée à l'état de carbonate d'ammoniaque.

Les *ferments nitriques* sont également très répandus. M. Warington[1] les a trouvés à la surface de toutes les terres qu'il a examinées, et il a fallu creuser jusqu'à une certaine profondeur

1. *Ann. agr.*, t. XI, p. 49.

pour trouver des couches qui en fussent dépourvues. MM. Muntz et Aubin[1] les ont rencontrés jusqu'au sommet du Pic du Midi, M. Winogradsky a reconnu leur existence dans toutes les terres qu'il a examinées, mais il leur a trouvé des activités plus ou moins grandes[2].

J'ai observé le même fait et M. Marcelle[3] l'a reconnu également. Les ferments nitriques sont donc extrêmement communs.

M. Berthelot a démontré d'abord la fixation de l'azote sur des terres neuves, mais depuis il a trouvé les ferments fixateurs d'azote dans des sols variés; j'ai communiqué l'an dernier à l'Académie les résultats constatés sur les terres de la Limagne d'Auvergne et sur les terres de Grignon; en dix-huit mois, la quantité d'azote y a doublé[4].

Les ferments capables de décomposer le sucre avec dégagement d'acide carbonique et d'hydrogène, formation d'acides butyrique et acétique existent dans toutes tes terres : nous avons employé, M. Maquenne et moi, pour faire nos premières expériences, la terre de notre petit jardin du laboratoire de physiologie végétale du Muséum, mais toutes les terres de Grignon provoquent également cette réaction.

J'ai trouvé également les ferments qui déterminent la décomposition de la cellulose en gaz des marais et acide carbonique dans un grand nombre de terres de Grignon, mais cependant plus efficaces dans certains sols riches en débris organiques que dans d'autres.

Les ferments réducteurs de nitrates se trouvent également dans toutes les terres de Grignon, du Muséum, ou de la Limagne que j'ai eu occasion d'examiner.

Enfin, j'ai trouvé des nodosités sur toutes les cultures de légumineuses que j'ai examinées : on peut déduire de cette rapide nomenclature que les ferments qu'on pourrait désigner sous le nom d'agricoles sont disséminés avec une extrême profusion et que, vraisemblablement, ce n'est pas en en introduisant dans le sol des cultures pures ou exaltées qu'on réussira à les mettre en jeu d'une façon plus efficace.

1. *Ann. agr.*, t. X, p. 135.
2. *Ann. agr.*, t. XVI, p. 273. *Ann. de l'Institut Pasteur*, t. IV, p. 213 et 261.
3. *Ann. agr.*, t. XXII, p. 337.
4. *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 278.

§ 3. — INFLUENCE DU MILIEU SUR L'ACTIVITÉ DES FERMENTS.

C'est une vérité banale, mais qui me paraît cependant avoir été méconnue, que pour que les ferments évoluent d'une façon normale, et acquièrent une activité suffisante pour devenir utiles ou nuisibles, il faut les placer dans un milieu absolument favorable, et je voudrais en fournir ici quelques exemples.

Le ferment butyrique de la terre arable est certainement un des plus actifs qu'elle renferme : en vingt-quatre heures, il provoque un dégagement de gaz tellement tumultueux que les liquides sont entraînés hors des flacons; cependant ces ferments énergiques ne fonctionnent plus si les liquides dans lesquels ils doivent évoluer présentent quelques anomalies dans leur composition. Je me rappelle qu'ayant commandé à un élève de mettre cette fermentation en jeu, en suivant les indications [1] précises que nous avons données M. Maquenne et moi, je fus très étonné de ne pas voir cette fermentation s'établir avec sa rapidité habituelle; je pressai l'élève de questions, et il finit par m'avouer qu'il n'avait pas pesé le phosphate d'ammoniaque qui doit se rencontrer dans les liquides, pour permettre aux ferments d'évoluer, et qu'il en avait mis *pas mal*. Un excès avait empêché la fermentation de s'établir.

La fermentation forménique ne prend naissance que dans des milieux très alcalins; si on se borne à introduire dans les liquides avec la cellulose à transformer de faibles doses de carbonate de potasse et de carbonate d'ammoniaque, les liqueurs deviennent acides et, au lieu de méthane, on recueille de l'hydrogène.

J'ai montré récemment que les ferments réducteurs de nitrates ne fonctionnent énergiquement dans la terre arable que si on y introduit de l'amidon, qui, de tous les hydrates de carbone, est celui qui favorise davantage leur évolution. L'importante étude de M. Warington, insérée en tête de ce fascicule, démontre clairement l'influence décisive du milieu sur les actions réductrices; c'est parce que MM. Wagner et Maerckler ont créé dans leurs pots d'expériences des *milieux* favorables à la dénitrification qu'ils n'ont obtenu aucun bon effet du nitrate de soude.

Pour en revenir aux ferments les plus importants, ceux qui déterminent la fixation de l'azote, Winogradsky a montré qu'étant

1. *Ann. agr.*, t. X, p. 5.

essentiellement anéarobies, ils ne travaillent qu'autant qu'ils sont associés à une espèce capable d'absorber de l'oxygène et de leur créer ainsi un milieu favorable.

La fixation de l'azote atmosphérique n'a lieu, ainsi que l'a établi M. Berthelot, que par destruction de matière organique et dans quelques expériences que nous avons exécutées sur ce sujet, nous avons même trouvé que cette fixation présentait une certaine régularité.

Nous avons opéré dans des ballons simplement obturés avec de l'ouate, maintenus à une température de 30 degrés environ, et additionné de phosphate de potasse et de carbonate de chaux. Nous avons d'abord employé au début des doses de sucre faibles, puis à la fin plus fortes.

	Sucre introduit.	Azote fixé total.	Azote fixé p. 100 de sucre détruit.
	gr.	millig.	
4 décembre 1896	1 5	2 »	1.3
9 janvier 1897.	10	19 8	1.98
	10	22 6	2.26
	10	24 9	2.49
25 février	40	88 0	2.2
	79	185 0	2.6

Le poids d'azote fixé pour 100 de sucre détruit ne dépasse pas 2, 6, c'est donc une proportion très faible; elle est supérieure à celle qu'à trouvée M. Winogradsky quand il n'a pas introduit d'azote dans les liquides nourriciers, mais un peu inférieure à quelques-uns des dosages qu'il a effectués, sur des milieux renfermant déjà de l'azote au début[1]; or, nous avons ensemencé nos matras avec de petites quantités de terre qui renfermaient quelques milligrammes d'azote qui ont sans doute exercé une influence favorable.

En résumé, ce qu'il convient de chercher pour que la culture puisse mettre à profit la découverte de la fixation de l'azote par action microbienne, ce sont les conditions de milieu, d'alimentation de ces bactéries fixatrices d'azote.

Quelle est la matière organique assez commune, d'un prix assez bas pour que sa destruction par les bactéries fixatrices d'azote puisse devenir avantageuse ?

1. *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1388.

Il est clair que les substances complexes qui se forment par l'altération successive de la matière végétale dans le sol et qui constituent l'humus conviennent à l'alimentation de ces bactéries, puisque nous voyons les sols de prairie s'enrichir lentement et que le sol de vieilles prairies qui n'ont jamais reçu d'engrais azoté contient jusqu'à 1 centième de son poids d'azote combiné. Cet humus existe dans toutes les terres et quand les conditions de température, d'humidité et d'aération sont favorables, ces terres doublent en deux ans la quantité d'azote combiné qu'elles renferment. Il me semble donc que c'est bien plutôt en caractérisant ces substances nutritives pour les bactéries, en déterminant rigoureusement les conditions favorables à leur développement, qu'on trouvera le succès, qu'en introduisant dans le sol de nouveaux ferments. Quand les conditions se sont trouvées favorables à l'activité de l'alinite elle a fixé de l'azote; quand au contraire ces conditions n'ont pas été remplies, les effets ont été nuls. De là, la divergence des résultats constatés par M. Caron et M. Stoklasa d'une part, MM. Frank, Stutzer et Wagner de l'autre, et tant que ces conditions de milieu n'auront pas été nettement déterminées, les mêmes divergences se reproduiront.

REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Chimie agricole.

Existe-t-il une relation constante entre la solubilité des scories de déphosphoration dans le citrate d'ammoniaque acide et le poids de la récolte produite? par A. PÉTERMANN, directeur, et J. GRAFTIAU, chef des travaux à la station agronomique de Gembloux.

Sous ce titre a paru, dans le fascicule de janvier du *Bulletin de la Station agronomique de l'État* (Belgique), un très intéressant exposé des recherches exécutées depuis deux ans à la Station, concernant la valeur agricole des scories de déphosphoration. Les auteurs commencent par rappeler, au sujet de la méthode préconisée par Wagner pour l'analyse des scories, que le Congrès des Directeurs des laboratoires de l'État belge, réuni en 1895, a déclaré à l'unanimité « qu'il était prématuré de baser dès maintenant la vente des scories sur leur titre en acide phosphorique soluble dans le citrate acide, et qu'il y avait lieu de faire, sur le bulletin d'analyse même, des réserves quant à l'exactitude du dosage et quant à son utilité ».

Les expériences de MM. Petermann et Graftiau ont porté sur 11 échan-

tillons de scories, dont 10 fabriquées en Allemagne et une en Belgique; elles comprennent une partie analytique et une partie culturale.

Dans le laboratoire, on a déterminé la teneur des scories en acide phosphorique total, en chaux libre, en acide silicique, et la fraction de l'acide phosphorique soluble dans le citrate acide de Wagner : on a recherché également la proportion de scorie passant au travers de mailles du tamis normal n° 100. Ces analyses ont fourni plusieurs résultats intéressants; elles ont montré que la fraction d'acide phosphorique solubilisé par le réactif Wagner, et qui varie de 93,4 à 37,6 p. 100 de l'acide phosphorique total, est intimement liée aux quantités de silice et de chaux libre existant dans la scorie. Dans un produit riche en silice, et par suite pauvre en chaux libre, l'acide phosphorique se dissout en abondance, et inversement une scorie peu chargée de chaux libre n'abandonne au citrate acide qu'une faible portion de son acide phosphorique. C'est exactement le résultat auquel nous étions parvenu nous-même dans nos recherches sur la solubilité des scories fabriquées en France [1]. MM. Petermann et Graftiau concluent de là que l'action du citrate acide sur les scories est des plus simples : l'acide citrique libre du réactif est saturé en partie par la chaux libre des scories; à une abondance de chaux libre correspond une saturation presque complète de l'acide citrique, et par suite une faible dissolution du phosphate de la scorie. Nous ajouterons que, outre ce phénomène de saturation, nos précédentes recherches sur ce sujet [2] ont établi que le citrate de chaux formé exerce, par sa présence même, un obstacle considérable à la solubilisation du phosphate par l'acide citrique. Il y a donc une double raison pour que les scories riches en chaux libre soient faiblement attaquées par le citrate acide.

Enfin, il est utile de rappeler que l'action du réactif de Wagner est variable, non seulement avec la composition de la scorie, mais aussi avec le mode opératoire suivi. Une même scorie, traitée par la même quantité de réactif, a abandonné 78,3 p. 100 d'acide phosphorique par digestion avec le citrate; tandis que 94,4 p. 100 se sont dissous lorsque le citrate a coulé lentement à sa surface.

— A la suite de ces recherches de laboratoire, sont détaillées les expériences culturales faites en 1896 et 1897. La méthode est celle depuis longtemps en usage à la station de Gembloux, et qui a été maintes fois publiée. Quatre pots semblables ont été disposés pour chacun des essais, ce qui forme avec les témoins un total de 52 pots d'expériences : chaque pot a reçu 4 kilos de terre sablo-argileuse avec 0 gr. 25 d'azote nitrique, 0 gr. 20 de potasse, et un poids uniforme de 0 gr. 30 d'acide phosphorique de chacune des scories.

Les expériences de 1896 portèrent sur la culture de l'avoine, et outre le poids de la récolte totale, on détermina l'acide phosphorique qu'elle contenait; une culture dérobée de moutarde fut faite ensuite, et on dosa encore dans la récolte la matière sèche et l'acide phosphorique. Les mêmes essais furent

1. *Ann. agr.*, t. XXII, p. 498.
2. *Ann. agr.*, t. XX, p. 316.

répétés en 1897 dans des conditions identiques sur la culture du froment, et les mêmes déterminations et dosages furent effectués.

Ces deux séries d'expériences donnent les résultats les plus significatifs. Ainsi la récolte la plus élevée d'avoine a bien été fournie par la scorie la plus soluble au citrate acide, mais ce résultat ne s'est manifesté ensuite ni sur le rendement de la moutarde, ni sur celui du blé. Par contre, les plus faibles rendements d'avoine ont été donnés par des scories de haute solubilité. Enfin, la scorie la moins soluble au réactif Wagner (37 p. 100) a fourni une récolte d'avoine plus élevée que celle d'une solubilité double (76 p. 100) et une récolte de blé également plus forte que la scorie à 88 p. 100 de solubilité.

Les auteurs examinent ensuite un point capital, le coefficient d'utilisation par les plantes de l'acide phosphorique des scories, et ils constatent les mêmes divergences. Les chiffres intéressants qu'ils donnent sur ce sujet montrent que la scorie la plus soluble (93.4 p. 100) ne se place qu'au septième rang au point de vue de l'utilisation de son acide phosphorique par les végétaux. Son coefficient est peu différent de ceux fournis par une scorie à 60 p. 100, et une autre à 37 p. 100 de solubilité citrique.

Comme conclusion générale, MM. Petermann et Graftiau estiment que le degré de solubilité des scories dans le citrate d'ammoniaque acide constitue une base d'appréciation toute « arbitraire » de leur valeur fertilisante, et qu'il y a lieu, par suite, jusqu'à ce que des expériences nouvelles viennent éclairer la question, de déterminer seulement la richesse en acide phosphorique de ces engrais, et la finesse de leur mouture.

Nous rappelons en terminant que, en dehors des deux éléments d'estimation qui précèdent, il est certains cas où une autre détermination analytique sera utile pour juger la valeur des scories. Nos essais sur l'action exercée par les scories sur la nitrification de la matière organique du sol, ont montré que la production des nitrates était d'autant plus considérable que la scorie employée était plus riche en chaux libre. On connaît aujourd'hui, d'après les travaux de M. Dehérain, l'importance extrême de la nitrification qui est un des facteurs essentiels de la fertilité; or, sur des terres acides, riches en humus, comme celles des landes de Bretagne que nous cultivons, les scories produisent des résultats merveilleux : on doit, à notre avis, les attribuer, non seulement à l'apport d'acide phosphorique qui fait défaut, mais aussi dans une large mesure à l'heureuse action de la chaux des scories sur les matières humiques. Les scories sortant des usines françaises contiennent, d'après nos recherches, de 5 à 20 p. 100 de chaux libre; lorsqu'elles sont destinées à des terres comme les nôtres sur lesquelles on en applique couramment de 1,000 à 2,000 kilos à l'hectare, il n'est donc pas sans intérêt d'employer indifféremment les unes ou les autres; dans ce cas, la détermination de la chaux libre dans les scories sera d'une grande importance pour l'appréciation de leur valeur fertilisante.

G. PATUREL,
Directeur de la Station agronomique du Lézardeau.

Sur l'action de la nitragine dans les champs, par F. NOBBE et L. HILTNER [1]. — Pendant l'été de 1897 la station agronomique de Tharaud a

1. *Deutscheland. Presse*, p. 3, 1898.

institué des essais en plein champ dans le but de déterminer jusqu'à quel point le sol arable renferme naturellement des bactéries de tubercules permettant aux légumineuses d'utiliser l'azote de l'air.

L'inoculation des sols au moyen de la nitragine ne peut en effet produire de bons résultats que si les terres ne renferment pas déjà en quantité suffisantes lesdites bactéries.

Les auteurs ont fait des essais avec dix-huit espèces de légumineuses cultivées dans les terres de nature différente : une terre forte, argileuse et une terre sablonneuse. Ils examinaient comparativement les plantes poussées sur les mêmes terres inoculées et non inoculées avec la nitragine. On comptait le nombre de tubercules développés sur les racines des plantes dans les différents cas. Les résultats obtenus ont été les suivants:

Pour les deux sols et pour les 18 espèces de légumineuses cultivées, on a toujours trouvé qu'en terre non inoculée les plantes avaient des racines munies de tubercules. Malgré cela, l'inoculation avec la nitragine a eu pour résultat constant d'augmenter et le plus souvent d'une façon très notable, le nombre et la grosseur des tubercules. Aussi les auteurs recommandent-ils de multiplier les essais avec la nitragine et de ne pas renoncer à son emploi avant d'en avoir expérimentalement bien étudié la valeur.

A. M.

Observation. — L'emploi de la nitragine n'est pas très sûr; au moins l'an dernier, j'ai répandu sur des pots de sable ensemencés en lupins, de la nitragine venant directement d'Allemagne, et je n'ai jamais pu constater la présence des nodosités sur les racines. On avait acquis cependant des flacons désignés spécialement pour les lupins blancs, jaunes ou bleus; l'effet a été absolument nul. P.-P. D.

Quelle quantité de scories de déphosphoration doit-on employer pour la fumure des prairies, par P. Wagner[1]. — Depuis quelques années, on admet en Allemagne qu'une fumure de 200 kilos de scories à l'hectare suffit pour obtenir une production maxima, et que l'on s'expose à une dépense inutile,si l'on dépasse cette dose. Pour Wagner, c'est là une erreur grave. Se fondant sur les résultats de ses expériences, il conseille de donner une première fumure de 600, 800 ou 1000 kilos de scories à l'hectare suivant que le sol de la prairie est riche ou pauvre en acide phosphorique. La prairie reçoit cette fumure en automne ou en hiver. Si, pendant l'été suivant on ne constate aucune action des scories, on doit attendre l'année suivante pour se prononcer. Wagner a vu en effet que les scories n'agissaient souvent que la seconde année. Si au contraire l'action des scories est notable dès le premier été, on donnera pendant l'automne une nouvelle fumure de scories de 600, 400 ou 200 kilos suivant que la fumure primitive aura été de 600, de 800 ou de 1000 kilos.

Les quantités de foin récoltées pendant l'été qui suit et pendant les années subséquentes serviront alors de point de départ pour déterminer la fumure annuelle. On emploiera chaque année 50 kilos de scories à 16 p. 100 d'acide

1. *Deutscheland. Presse*, p. 2, 1898.

phosphorique par 1000 kilos de foin récolté. Une telle fumure assurera le remplacement de l'acide phosphorique enlevé au sol.

Wagner insiste sur ce point qu'on doit remplacer la totalité de l'acide phosphorique dérobé au sol par la récolte. On ne doit agir autrement que si l'on est bien certain d'avoir affaire à un sol naturellement très riche en acide phosphorique et ne donnant qu'un faible excédent de récolte à la suite d'une fumure de scories.

A. M.

Composition du sarrasin, par M. BALLAND[1]. — L'auteur donne les renseignements suivants sur la culture et l'analyse du sarrasin :

Cette plante occupe en France environ 650,000 hectares sans grands changements depuis une cinquantaine d'années; mais le rendement moyen à l'hectare qui était de 13 hectolitres en 1840, s'est élevé dans ces derniers temps à 17 hectolitres. L'exportation atteint à peu près 285,000 hectolitres de 63 kilos.

Au point de vue de la production du sarrasin, on peut classer les diverses nations dans l'ordre ci-après : Russie, France, États-Unis, Autriche-Hongrie, Allemagne.

Les analyses de l'auteur ont donné pour la composition du sarrasin les minima et maxima suivants :

	Pour 100	
	Minimum	Maximum
Eau	13.00	15.20
Matières azotées	9.44	11.48
— grasses	1.98	2.82
— sucrées et amylacées	58.90	63.35
Cellulose	8.60	10.56
Cendres	1.50	2.46
Acidité	0.044	0.096

Le poids moyen de 1,000 grains varie de 17 gr. 80 à 21 gr. 50. Le grain décortiqué donne 20 p. 100 d'enveloppe et 80 p. 100 d'amande; l'enveloppe est dure, coriace et peu assimilable; l'amande est blanche et nutritive.

On sait que le sarrasin peut être exploité comme culture principale ou même comme culture dérobée après les céréales, et qu'il entre dans l'alimentation du bétail et de la volaille. On sait, en outre, que dans certaines parties de la France où le sol granitique se prête bien à cette culture, les galettes de sarrasin sont l'aliment habituel des cultivateurs.

A. HÉBERT.

Un réactif coloré de l'aldéhyde ordinaire, par M. L. SIMON[2]. — Dans la distillation de l'alcool, les produits de tête et de queue sont souillés par diverses impuretés volatiles: alcools supérieurs, acides gras, aldéhydes, etc., dont une des principales est l'aldéhyde ordinaire ou éthylique. On peut avoir intérêt à reconnaître ce corps dans les produits de rectification de

1. *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 797.
2. *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 1105.

l'alcool et l'on possédait déjà dans ce but un certain nombre de réactions. M. L. Simon vient d'en signaler une nouvelle, nette et facile à exécuter. Si à une solution aqueuse étendue d'aldéhyde, on ajoute quelques gouttes de triméthylamine aqueuse, puis quelques gouttes d'une solution étendue à peine colorée de nitroprussiate de sodium, il se développe graduellement une belle coloration bleue qui permet de déceler encore l'aldéhyde ordinaire dans une solution au 1/25000e. Cette coloration est assez fugace et disparaît en un quart d'heure environ.

Les autres corps aldéhydiques ou acétoniques de la série grasse ou aromatique ne donnent pas cette réaction. A. Hébert.

Agriculture.

Action de différents sels de potasse sur la composition et le rendement des pommes de terre, par Th. Pfeiffer, Franke, Lemmermann et Schillbach [1]. — Les auteurs se sont posé la question suivante : « Quels sont les éléments renfermés dans les sels bruts de potasse employés comme engrais, susceptibles d'exercer une influence nuisible sur la composition et le rendement des pommes de terre et comment doit s'expliquer cette influence nuisible? »

De nombreux essais antérieurs ont, en effet, montré de la façon la plus nette que les sels bruts de potasse, employés directement pour la fumure des pommes de terre soit en automne, soit au printemps, exercent une forte dépression sur la teneur des tubercules en fécule. Quand il s'agit de déterminer d'une façon plus précise l'élément nuisible renfermé dans ces sels bruts, on n'est plus d'accord. On attribue l'action défavorable des sels bruts tantôt à la présence du chlore sous forme de chlorures, tantôt à celle de la magnésie ; mais les observations ne sont pas concordantes.

Pfeiffer et ses collaborateurs ont institué des expériences parallèles dans des pots et sur des parcelles. Ils ont examiné comparativement l'action de chlorure de potassium pur, de sulfate de potasse pur, de ce dernier sel additionné du chlorure de magnésium, enfin des sels bruts (kaïnite, sylvinite), sur la composition et le rendement de la variété de pommes de terre désignée sous le nom de « professeur Mœrcker ».

Les résultats obtenus peuvent se résumer ainsi :

Le chlorure de potassium employé même à haute dose et correspondant à une fumure de 900 kilos à 1800 kilos de kaïnite à l'hectare, n'exerce aucune action nuisible, même quand on l'ajoute au sol peu de temps avant la plantation des tubercules au printemps. Le sulfate de potasse ne se montre pas supérieur au chlorure.

Quand on emploie, au contraire, des sels bruts (kaïnite et sylvinite) en quantités telles que le poids de potasse à l'hectare soit le même, l'action bienfaisante de l'engrais potassique sur la récolte est anéantie et le rendement en fécule est probablement un peu diminué. Comme la sylvinite, plus

1. *Land. Versuchstat.*, t. XLIX, 1897, p. 349-385.

riche en chlore que la kaïnite, exerce une action plus nuisible et que, d'autre part, la teneur en chlore des tubercules et des fanes de pomme de terre augmente avec la teneur de l'engrais potassique en chlorure, on est tenté d'attribuer l'influence défavorable des sels bruts à leur teneur en chlore. Toutefois, les essais montrent aussi que le chlore sous forme de chlorure de magnésium est plus nuisible que s'il est lié à une autre base. Il faut donc reconnaître au chlorure de magnésium une action spécifique préjudiciable. C'est, en fin de compte, le chlore et surtout le chlorure de magnésium, qui sont les facteurs importants.

D'autre part, les auteurs reconnaissent que, d'après leurs expériences, des rendements très élevés en fécule peuvent être obtenus alors que les tubercules et les fanes présentent une teneur en potasse considérable. Aussi sont-ils conduits à penser que les nouvelles variétés de pommes de terre se sont adaptées à de nouvelles conditions de milieu, de telle sorte qu'elles supportent de grandes quantités de chlorures dans le sol où elles sont cultivées. On remarquera que les essais examinés ici n'ont une valeur réelle que pour la variété employée (professeur Mœrcker). A. M.

Les terres noires stériles de l'Indiana, par M. H. A. Huston[1]. — Dans le nord et dans le centre de l'État d'Indiana, on rencontre des régions, souvent très étendues, de sols de coloration foncée et impropres à la culture. On leur donne quelquefois le nom de terres alcalines, mais à tort, car ces sols n'ont aucune des propriétés des terrains alcalins. L'examen de ces sols montre qu'il y avait là autrefois des marais ou des étangs.

Les terres en question ne renferment ni sels de fer solubles, ni composés sulfurés; la réaction n'est pas acide mais très faiblement alcaline. La proportion d'humus y est considérable comme le montre la teneur en azote. Des échantillons du sol et du sous-sol, séchés à l'air, ont fourni à l'analyse les chiffres suivants :

	Sol p. 100	Sous-sol p. 100
Eau	16.32	16.23
Azote	3.22	2.84
Matières minérales	39.94	42.87
Acide phosphorique	0.46	0.27
Potasse	0.10	0.11

En disposant des drains à la profondeur habituelle on n'obtint pas de résultat satisfaisant. A 1m,60 ou 2 mètres de la surface se trouve une nappe d'eau; en forant des puits de façon à atteindre cette couche, on voit que l'eau s'y élève jusqu'à 75 centimètres de la surface. Le système de drainage, qui semble être le meilleur dans ces conditions, consiste à forer des puits auxquels on adjoint des tuyaux d'écoulement placés à la profondeur à laquelle on veut maintenir le niveau de l'eau.

L'addition de kaïnite au sol a produit de bons résultats pour la culture du

1. *Indiana Station Bull.*, n° 57, p. 83.

maïs; le chaulage a également amélioré ces terres, mais dans une moindre proportion; il en a été de même lorsqu'on a incorporé de la paille.

E. D.

Exigences de la culture du chanvre, par le prof. Fausto Sestini et le Dr Catani, de Pise[1]. — Après une bibliographie complète des travaux des chimistes sur la composition du chanvre, les auteurs discutent les résultats publiés avant eux.

Leurs analyses et leurs observations les amènent à conclure que 1,200 kilos de fibres, correspondant à 10,000 kilos de tiges sèches, avec leurs feuilles, enlèvent au sol :

	kil.
Azote.	102 9
Acide phosphorique	37 9
Potasse.	160 0

Bien que ces résultats soient plus faibles que ceux des autres chimistes qui se sont occupés de la question, ils doivent être acceptés comme définitifs, parce qu'ils représentent la moyenne d'un grand nombre d'échantillons prélevés dans des régions où le chanvre est l'objet d'une culture très soignée.

Il est d'ailleurs inutile de restituer au sol tous ces éléments; les feuilles sèches enlevées des tiges avant le rouissage doivent faire retour au champ qui les a produites, et, de ce fait, l'exportation de matières fertilisantes s'abaisse à :

	kil.
Azote.	34 0
Acide phosphorique.	20 0
Potasse	1030

A. C.

Viticulture.

Sur l'évolution du black-rot, par M. A. Prunet[2]. — L'auteur a examiné l'évolution de la maladie considérée dans ses effets sur les divers organes de la vigne. Il a constaté que sur les grains de raisin, les lésions de black-rot peuvent apparaître à tous les âges, tandis que les organes verts, feuilles, pétioles, vrilles, rafles, présentent une période critique correspondant à un certain état de développement, en sorte que lorsqu'une invasion survient, elle porte sur l'ensemble des organes qui, à ce moment-là, se trouvent à la période critique.

C'est avant cette période que les feuilles peuvent subir la contamination et qu'elles doivent être protégées par les traitements; ce sont les jeunes feuilles qui sont le plus sensibles à l'infection. C'est donc sur les extrémités des sarments que doit porter principalement le sulfatage. A. Hébert.

Sur une bactérie pathogène pour le phylloxera et pour certains acariens, par M. L. Dubois[3]. — M. Dubois vient de publier un travail qui aura,

1. *Land. Versuchs.*, SV., t. XLIX, 1897, p. 447 et 461.
2. *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 664.
3. *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 790.

s'il est susceptible d'application pratique, une grande importance au point de vue de la défense de nos vignes contre le phylloxera. On pourrait dès lors combattre le parasite destructeur par une méthode analogue à celle qu'a préconisée Pasteur pour la destruction du lapin en Australie.

Le microbe pathogène du phylloxera a été découvert par l'auteur dans un mélange de terre et de fumier, laissé en sac depuis plusieurs années à $0^{m},50$ de profondeur. Il provoque l'infection des insectes dans le corps desquels un examen microscopique permet souvent de le retrouver. Cette bactérie se présente en filaments grêles et ondulés de 4 à 7 μ de long sur 0,3 à 0,4 μ de large ou en coccus de 0,2 à 0,3 μ, peu mobiles, à zone annulaire sombre et qui ne semblent pas être des spores. Elles sont difficiles à colorer par les méthodes ordinaires.

Ce microorganisme est anaérobie et végète entre 20 et 30 degrés. Des expériences directes ont montré son effet destructeur sur le phylloxera; la virulence du microbe varie, d'ailleurs, suivant la constitution du sol et les influences atmosphériques. A. Hébert.

Contribution à l'étude de l'oxydase des raisins. Son utilité dans la vinification, par MM. A. Bouffard et L. Sémichon [1]. — Il a été exposé ici-même [2], il y a quelque temps, l'état de la question de l'oxydase des vins, c'est-à-dire du ferment oxydant et analogue à ceux caractérisés par M. G. Bertrand qui se trouve dans les raisins [3]. M. Martinand, s'occupant de l'action de l'air sur les moûts, a indiqué la possibilité de faire des vins blancs avec des raisins rouges par les opérations suivantes [4] :

1° Extraire le moût sans se préoccuper de la couleur;

2° Refroidir à 10 ou 15 degrés pour empêcher la fermentation;

3° Aérer pour précipiter la couleur ;

4° Filtrer pour séparer le dépôt;

5° Procéder à la fermentation.

M. Sémichon a simplifié ce procédé [5] en supprimant le refroidissement et la filtration tout en arrivant à un résultat analogue.

Les auteurs ont repris l'étude de l'oxydase, ce qui leur a permis d'expliquer la théorie et la pratique de la fabrication des vins blancs préparés avec les raisins rouges et des vins rouges, rosés, gris, etc.

L'extraction du moût doit se faire par un foulage énergique qui déchire les tissus vasculaires dans lesquels se trouve localisée l'oxydase et qui donne ainsi un moût riche en principe oxydant.

Celui-ci fixe dès lors facilement l'air sur la matière colorante qui se précipite. Dans cette décoloration, l'agitation du liquide et la durée du contact ont plus d'influence que la quantité d'air. Il y a intérêt à limiter l'aération, qui ferait passer la couleur au jaune, puis au brun, et à empêcher

1. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 423.
2. *Annales agronomiques*, t. XXIII, p. 282.
3. *Annales agronomiques*, t. XXIII, p. 283.
4. *Comptes rendus*, t. CXX, p. 1426.
5. *Revue de viticulture*, 27 mars 1897.

toute action ultérieure de l'oxydase par addition de faibles doses d'acide sulfureux (2 à 5 grammes par hectolitre), sous forme de bisulfite de potasse. Quant à la fermentation, elle s'effectue à la façon ordinaire.

Les vins blancs obtenus possèdent une composition normale. Les vins rosés et jaunes sont obtenus en poussant jusqu'à la coloration voulue l'action de l'air et de l'oxydase; cette dernière est ensuite détruite par une addition d'acide sulfureux. A. Hébert.

Sur l'amertume des vins, par MM. Bordas, Joulin et Rackowski[1]. — L'étude des maladies du vin est à l'ordre du jour; après les nombreux travaux qui ont été exécutés sur la casse[2], qu'on a pu ramener à l'action d'un ferment soluble oxydant et qui a donné lieu à des discussions si intéressantes, nous trouvons maintenant la relation de diverses expériences sur l'amertume.

Pasteur avait déjà montré que cette maladie avait une origine microbienne et il avait décrit[3] les organismes que l'on rencontre dans le dépôt des vins affectés. Les auteurs ont cultivé et étudié en détail ces microbes; ils en donnent les caractères suivants.

La culture peut s'effectuer sur une eau de levure concentrée, légèrement alcalinisée par de la potasse et additionnée de glucose; les bacilles se présentent sous forme de filaments plus ou moins longs, contournés, simples, constitués par des bâtonnets accolés bouts à bouts, et se réunissant après quelques jours pour former de véritables faisceaux.

Les auteurs ont pu ensemencer avec ce ferment un vin qui avait été filtré préalablement à la bougie Chamberland et qui, au bout de six mois, possédait un goût amer très prononcé; la liqueur était trouble et sa matière colorante était précipitée en partie; son dépôt était formé des filaments caractéristiques de l'amertume. Sa composition avait varié; tandis que la quantité d'alcool restait stationnaire, les proportions de glycérine et de glucose avaient diminué et l'acidité avait fortement augmenté; enfin ce vin amer renfermait un peu d'ammoniaque. A. Hébert.

Zootechnie.

Recherches sur l'influence des pulpes de sucrerie, pulpes desséchées et pulpes ensilées, sur la production du lait et valeur relative de ces pulpes et des betteraves fourragères pour l'alimentation des vaches laitières, par le Dr Kellner, de Möckern et M. Andra, propriétaire à Braunsdorf[4]. — Ce sujet a été étudié récemment dans les *Annales*, par M. Gay[5], qui a tiré de son savant travail les conclusions suivantes :

1° La pulpe ensilée revient, à poids égal de substance sèche, plus cher que la betterave fourragère ;

1. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 598.
2. *Annales agronomiques*, t. XXIII.
3. *Etudes sur le vin.*
4. *Land. Versuchs.*, t. XLIX, 1898, p. 401 et 419.
5. *Ann. agr.*, 1897, p. 145 et 169.

2° Mais sa valeur alimentaire (étudiée chez le mouton) est plus élevée et compense largement la différence du prix de revient;

3° Les pulpes ensilées avec tous les soins nécessaires ne modifient en aucune façon la composition ni les qualités du lait.

Le Dr Kellner montre par des exemples que le prix de revient des pulpes varie dans de très larges limites, suivant la situation du domaine et sa distance à la sucrerie. Aussi laisse-t-il de côté la question économique. Il se borne à étudier les effets de la substitution de pulpes ensilées et de pulpes desséchées aux betteraves fourragères dans l'alimentation des vaches laitières.

L'expérience a porté sur 24 vaches de Simmenthal, au domaine de Braunsdorf, appartenant à M. Andrä. Outre une alimentation fondamentale constante, à base de regains, pailles d'avoine, farine de lin, de graines de coton, d'arachides et sons de froments, les animaux ont reçu des quantités de betteraves fourragères, de pulpe ensilée et de pulpe desséchée, calculées de manière à fournir la même quantité de matières digestibles. L'expérience a duré quatre-vingts jours et se divise en 4 périodes de chacune vingt jours pendant lesquelles on a donné aux animaux : périodes I et IV, des betteraves; période II, des pulpes desséchées; période III, des pulpes ensilées.

Voici, d'après les moyennes des nombreux chiffres publiés par les auteurs, les résultats de cette alimentation.

	Lait par tête et par jour.	Matière sèche.	Matières grasses.
	—	—	—
	lit.	p. 100	p. 100
I. — Betteraves fourragères .	13 755	12.87	3.51
II. — Pulpe desséchée	14 101	12.88	3.6
III. — Pulpe ensilée.	14 348	12.72	3.45
IV. — Betteraves fourragères .	12 107	12.92	3.45

C'est d'abord une confirmation du travail de M. Gay. L'alimentation à base de pulpes n'a aucune influence sur la composition du lait.

En second lieu, ces chiffres montrent que les pulpes poussent à la sécrétion du lait, et les auteurs ont cherché à en mesurer, à ce point de vue, la valeur exacte.

La diminution constatée dans les quantités de lait produites pendant les périodes I et IV tient uniquement au cours normal de la lactation, puisque l'alimentation est identique; cette diminution est proportionnelle à la durée des observations et il est facile de la calculer pour les périodes II et III à base de pulpes; on connaîtra ainsi ce que la vache aurait donné si elle avait été toujours nourrie de betteraves fourragères et l'excédent sur ce chiffre de celui observé et publié plus haut donnera la valeur exacte des pulpes.

C'est ainsi que les auteurs ont trouvé qu'en remplaçant 27 kil., 5 de betteraves fourragères par 4 kil., 4 de pulpes séchées, on augmentait de 0 lit., 953 la production de lait par tête et par jour; l'usage de 41 lit., 8 de pulpes ensilées l'augmente de 1 kil., 721. A. C.

Physiologie végétale.

Sur la production d'alcool chez les plantes supérieures, pendant la fermentation intra-moléculaire, par E. Godlewski et F. Folsénuisz [1]. — On sait que les végétaux placés dans des milieux dépourvus d'oxygène continuent à dégager de l'acide carbonique et ce phénomène est désigné sous le nom de respiration intra-moléculaire. Dans ces conditions, la cellule végétale paraît agir comme les ferments et vivre aux dépens des principes qu'elle renferme. La production d'acide carbonique est accompagnée de celle de l'alcool; le fait est bien connu mais, en dehors des recherches de Lechartier et Bellamy sur les fruits, on n'a pas jusqu'ici mesuré les quantités d'alcool produites.

Les auteurs ont comblé cette lacune en étudiant les graines de pois. Ils ont mesuré avec une grande précision les quantités d'acide carbonique et d'alcool produites par des pois abandonnés dans le vide.

Les gaz dégagés par la respiration intra-moléculaire sont formés exclusivement d'acide carbonique; les phénomènes se prolongent pendant six semaines, 10 pois ont dégagé par jour de 10 à 20 centimètres cubes de CO^2 et la quantité totale dégagée s'élève à 20 p. 100 de la matière sèche contenue dans les graines au début de l'expérience.

La quantité d'alcool produite correspond exactement à la formule bien connue de la fermentation alcoolique : $C^6H^{12}O^6 = 2\ C^2H^6O + 2CO^2$.

D'après cette formule, à 100 parties de CO^2 dégagé correspond la formation de 104,5 de C^2H^6O; la moyenne des chiffres trouvés par les auteurs est de 105,5.

On a varié les conditions de l'expérience, les pois ont été mis au contact d'eau pure ou bien de solutions sucrées stérilisées.

En présence d'une solution de glucose, les phénomènes augmentent d'énergie et le glucose prend part à la production d'acide carbonique d'alcool, car il diminue dans la solution tandis que les produits de la respiration intra-moléculaire sont plus abondants qu'avec de l'eau distillée.

Avec une solution de saccharose, on n'observe pas, au début, de changement dans l'intensité de la respiration; mais le saccharose disparaît de la solution, du glucose s'y substitue, et les quantités d'acide carbonique et d'alcool augmentent alors sensiblement.

Il résulte donc de ces faits qu'en l'absence de l'air, les cellules des plantes supérieures, tout au moins chez le pois, sont capables d'invertir le saccharose et de le transformer ensuite en alcool et acide carbonique. C'est un nouveau point de contact entre le ferment et la cellule végétale A. C.

De l'influence des rayons X sur la germination, par MM. Maldiney et Thouvenin [2]. — Les rayons X, découverts par Rœntgen, c'est-à-dire les

1. *Bied. Centr.*, février 1898, d'après *Anzeiger der Ak. d. Wosseusch. in Krakau*, juillet 1897.

2. *Revue générale de botanique*, t. X, 1898.

radiations émises quand les rayons cathodiques rencontrent un obstacle[1], ont déjà reçu un grand nombre d'applications des plus utiles et des plus intéressantes; on a notamment constaté leur influence sur les divers tissus vivants au point de vue de la physiologie animale; les auteurs ont étendu cette étude au règne végétal, relativement à la germination.

Les expériences ont été exécutées sur les graines de liseron, de cresson alénois et de millet. Ces graines ont été disposées sur une bande de tricot de laine, recouverte d'une légère couche de terre qui était maintenue convenablement humide, et qui recevait des rayons X produits par le dispositif habituel et émanant d'un tube distant de 8 centimètres environ. Les radiations électriques corrélatives de la production des rayons X étaient annulées par l'interposition, entre le tube de Rœntgen et la couche germinative, d'une lame d'aluminium, reliée à la terre où s'écoulaient ainsi les effluves électriques, tandis que les rayons X la traversent aisément. Enfin, pour que les graines témoins fussent exactement dans les mêmes conditions que les autres, on les a disposées sur le même support, dans la même terre, au-dessous de la lame d'aluminium; mais on les a soustraites à l'influence des rayons X, en les recouvrant d'une lame de plomb qui empêche le passage de ces rayons.

On a constaté dans tous les cas une germination plus rapide des graines soumises à l'influence des radiations de Rœntgen, au moins pour les espèces indiquées dans ces expériences.

Les auteurs ont recherché si ce résultat n'était pas dû à un échauffement de la terre traversée par les rayons X; les mesures les plus délicates, effectuées par les aiguilles thermo-électriques, n'ont pu déceler aucune différence de température entre les sols traversés ou non par les rayons X.

Il semble donc bien que le résultat obtenu soit dû à l'influence directe de ces radiations.

Toutefois, il sera bon d'attendre de nouvelles expériences avant de généraliser les conclusions qui découlent de l'étude de MM. Maldiney et Thouvenin.

A. Hébert.

1. Nous rappelons à nos lecteurs que si l'on fait passer le courant induit d'une forte bobine de Rhumkorff, dans un tube ne renfermant que des traces infinitésimales de gaz, le pôle négatif de ce tube ou cathode émet des radiations appelées rayons cathodiques, qui, par leur rencontre avec un obstacle quelconque (verre du tube ou plaque de platine), produisent de nouvelles radiations qui ont été mises en évidence par M. Rœntgen, et qui ne sont autres que les rayons X possédant la propriété de traverser la plupart des corps opaques à la lumière solaire.

Le Gérant : G. Masson.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

LEÇON D'OUVERTURE

DU

COURS DE PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE

APPLIQUÉE A L'AGRICULTURE

PROFESSÉE AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE, LE 19 AVRIL 1898

PAR

M. P.-P. DEHÉRAIN
Membre de l'Académie des sciences.

Messieurs,

J'ai l'intention de discuter devant vous, cette année, une question qui, après avoir passionné les agronomes, à la fin du siècle dernier et au commencement de celui-ci, est aujourd'hui un peu délaissée. Je veux vous parler des assolements, en d'autres termes, de l'ordre dans lequel les récoltes doivent se succéder sur une même pièce.

Les pratiques agricoles se sont établies à la suite d'observations qui se perdent dans la nuit des temps; les agronomes latins qui nous transmettent ce que l'expérience avait enseigné à leurs prédécesseurs, n'hésitent pas à recommander d'alterner les cultures, et l'ordre qu'ils engagent à suivre est souvent très judicieux.

On a donc reconnu, et depuis fort longtemps, qu'il est avantageux de ne pas maintenir indéfiniment sur la même pièce la même récolte, mais qu'au contraire, on n'obtient de produits abondants qu'en faisant succéder les unes aux autres, des plantes d'espèces différentes.

Je voudrais tout de suite, pour fixer vos idées, vous mettre sous les yeux un exemple que j'emprunte à mes expériences de Grignon.

J'y ai essayé la culture continue de l'avoine. Au début, les récoltes ont été passables; en 1875, on a obtenu, en calculant à l'hectare, 2,154 kilos de grains, correspondant à 53 hect. 8 (de 40 kilos); en 1876, la récolte a même été meilleure, elle s'est élevée à 2,954 kilos de grains ou 73 hect. 8. Je passe par dessus les années suivantes pour arriver à 1881, c'est-à-dire à la septième récolte sur le même terrain, on n'a obtenu que 1.417 kilos de grains, c'est-à-dire 35 hect., et en 1882, la récolte a

encore baissé, elle n'était plus que de 1,159 kilos, correspondant à 28 hect. 9, ce qui devenait tout à fait misérable; on renonça après cette huitième année, à la culture continue; en 1883, l'avoine succéda à du maïs-fourrage, on obtint 2,806 kilos de grains ou 70 hect.1, c'est-à-dire plus du double de l'année précédente.

Je cite là un exemple isolé; on pourrait en rappeler un grand nombre d'autres et notamment ceux que renferme l'important travail de sir J. B. Lawes et de sir H. Gilbert qui ont comparé pendant un grand nombre d'années, les cultures continues aux cultures alternes[1]. En parcourant leur mémoire, on verra une fois de plus combien l'alternance est favorable.

Le fait étant acquis, il reste à en saisir la raison.

Y a-t-il des causes physiologiques qui forcent à alterner les cultures? Un sol qui a porté une certaine espèce végétale est-il devenu impropre à nourrir, l'année suivante, cette même espèce, tandis qu'une espèce différente trouvera à s'y alimenter? Et si cette incapacité de porter pendant plusieurs années de suite la même espèce est avérée, est-elle due à ce que la plante laisserait dans le sol qui l'a portée des résidus nuisibles à cette espèce même, mais indifférents ou avantageux même à d'autres végétaux, ou bien encore le sol serait-il épuisé des aliments nécessaires à certaines espèces et inutiles à d'autres?

Ce sont ces questions qu'il nous faut d'abord examiner, avec d'autant plus de soins qu'elles ont été longuement discutées autrefois, et qu'elles sont en réalité très complexes.

On a basé toute une théorie des assolements sur l'idée que les plantes rejettent, dans le sol, par leurs racines, des sécrétions essentiellement nuisibles à l'espèce qui les a produites, mais sans effet, au contraire, sur d'autres végétaux. Il aurait fallu appuyer cette manière de voir par des expériences précises et, tout d'abord, démontrer clairement que les racines excrètent dans le sol des quantités de matière, sensibles. Cette démonstration n'a jamais été donnée. En réalité, les racines sécrètent de très petites quantités de sucs acides qui corrodent le marbre, et rien n'est plus facile que de montrer des plaques sur lesquelles le chevelu a marqué par de fins sillons, toutes les places où,s'appliquant sur le calcaire, il l'a rongé et dissout. Mais, les quantités d'acide ainsi

1. *Ann. agr.*, t. XXI, p. 364.

élaborées sont si faibles, que jusqu'à présent il a été impossible de caractériser l'acide émis, et si on admet que c'est de l'acide citrique qui corrode le marbre, on n'en a jamais donné une démonstration complète.

C'est cependant sur cette hypothèse des excrétions des racines, que de Candolle avait autrefois basé sa théorie des assolements; cette manière de voir est aujourd'hui complètement abandonnée; les racines n'émettent, en effet, que des quantités de matière insignifiantes qui rapidement disparaissent du sol, par combustion lente, et sont tout à fait incapables d'exercer une action quelconque sur la récolte suivante.

Faut-il dire que les plantes choisissent dans le sol certains aliments au détriment de certains autres et que si on maintient la même plante sur la même pièce plusieurs années de suite, l'épuisement des matières qu'elle recherche, finira par amener son dépérissement?

L'analyse des cendres des végétaux nous enseigne en effet, que toutes les espèces ne prennent pas dans le sol, les mêmes aliments minéraux. On sème très souvent sur la même pièce, à quelques semaines d'intervalle, de l'avoine, puis du trèfle; abrité par la céréale dont la croissance est rapide, le jeune trèfle prend possession du sol et lorsque la céréale est abattue, on trouve le chaume couvert d'un semis encore peu développé; mais bientôt débarrassé de la concurrence de sa protectrice, le trèfle prospère pendant l'automne, passe l'hiver et fournit, l'année suivante, un bon produit.

Les deux plantes, avoine et trèfle, ont donc, pendant plusieurs mois, entre-croisé leurs racines et cependant leurs prélèvements sont bien différents: à l'analyse, les cendres de l'avoine accusent une quantité notable de silice, tandis que le trèfle n'en contient guère; d'autre part, celui-ci a saisi dans le sol beaucoup de chaux que l'autre a délaissée. Les espèces végétales ne prennent donc pas indifféremment toutes les matières minérales assimilables que la terre renferme; elles choisissent, et pour certaines familles, il semble que ce choix porte non seulement sur des matières minérales, mais aussi sur des aliments organiques, et on conçoit que l'épuisement de ces aliments spéciaux, que jusqu'à présent le commerce des engrais est incapable de fournir, soit la cause de l'avortement des récoltes de même nature qu'on essaie

de maintenir sur le même sol pendant plusieurs années consécutives.

Quand on défriche une vieille luzerne qui a duré cinq ou six ans, il faut se garder de semer sur ce défrichement des graines de luzerne, l'avortement serait certain ; il faut attendre quinze ou vingt ans pour avoir chance de voir la prairie artificielle réussir de nouveau. Je vais, dans un instant, vous entretenir des cultures continues pratiquées en Angleterre, sur le domaine justement célèbre de Rothamsted ; dans certains cas on a réussi, dans d'autres complètement échoué. Je me rappelle toujours que mon vénérable ami, sir Henry Gilbert, correspondant de l'Institut de France, me faisant parcourir le domaine de son collaborateur, Sir John Benett Lawes, m'arrêta devant un champ complètement dénudé, et me dit : « Vous ne savez pas ce que vous avez devant vous... c'est la pièce où nous avons essayé la culture continue du trèfle; vous voyez à quoi nous sommes arrivés. Nous avons semé à bien des reprises différentes, le trèfle a levé, puis a dépéri, la terre a été envahie par les graminées et il a fallu tout retourner. Nous n'avons pas échoué partout, ajouta sir H. Gilbert, et, en effet, il me montra un peu plus loin, une plate-bande de jardin sur laquelle la culture du trèfle se poursuivait avec succès depuis plus de vingt ans.

Il semble, messieurs, qu'il faille interpréter ce résultat en disant que les légumineuses ne vivent que si elles trouvent dans le sol des aliments azoto-carbonés, formes solubles de l'humus. Abondants dans une terre de jardin fortement fumée, ces aliments sont plus rares dans les champs : car la grande culture ne distribue pas les fumures aussi copieusement que le jardinage. Or, la matière organique du fumier ne prend la forme assimilable, favorable à la vie des légumineuses des prairies artificielles, que par des transformations successives et lentes. Tant que les plantes de cette famille trouvent ces aliments dans le sol, elles prospèrent, puis peu à peu, elles consomment l'approvisionnement qui ne se renouvelle que lentement, et quand il est épuisé, il faut attendre plusieurs années qu'il se soit reproduit pour que la culture redevienne avantageuse.

Messieurs, il faut toujours distinguer entre les faits observés et les interprétations à l'aide desquelles on cherche à les expliquer. Le fait acquis, c'est qu'il est impossible de maintenir indéfiniment

sur le même sol, la culture des légumineuses des prairies artificielles; nous essayons d'expliquer cette impossibilité en disant que les matières organiques altérées, désignées sous le nom d'humus, sont l'aliment préféré des légumineuses et que c'est à son épuisement qu'est dû l'avortement de la luzerne ou du trèfle semés sur des pièces qui en ont porté récemment; mais il est clair que cette manière de voir très plausible ne passera à l'état de vérité démontrée, qu'autant qu'on aura vu prospérer une culture de légumineuses dans un sol stérile, additionné de matières humiques, tandis que cette même culture avortera dans une terre privée de ce même humus assimilable et bien que mon collaborateur M. Bréal et moi-même nous ayons déjà de nombreux exemples de cette influence heureuse des matières humiques, nous ne les trouvons pas encore assez probants pour ne pas poursuivre les recherches que depuis longtemps, nous avons entreprises sur ce sujet.

En résumé, il est habituellement impossible de maintenir longtemps sur le même sol une culture de légumineuses; il est des cas, cependant, où une culture récente de plantes de cette espèce paraît favorable; je n'ai encore qu'une observation sur ce sujet, et je devrais peut-être avoir plus de faits à ma disposition avant de vous signaler le point curieux constaté en 1897; mais, messieurs, les expériences de culture sont lentes, on n'en fait qu'une par an, et il est bon de faire connaître les résultats, avant même que la démonstration ne soit complète, afin que d'autres observateurs essaient à leur tour des vérifications, qui conduisent plus vite à la vérité que si un seul travailleur est à la besogne.

Vous connaissez tous la belle découverte d'Hellriegel et Wilfarth, qui nous a enfin expliqué comment les légumineuses très chargées de matières azotées, laissent cependant le sol dans un état favorable à la culture des céréales qui leur succèdent, et méritent absolument le nom de plantes améliorantes que la sagacité des cultivateurs leur a donné depuis longtemps.

Je mets sous vos yeux des racines de luzerne, vous les voyez couvertes de nodosités; quand on les écrase, on les trouve garnies de bactéries : ces petits êtres sont des fixateurs d'azote; leurs spores paraissent être très répandus et il n'est guère de sols qui n'en renferment; on conçoit cependant qu'ils soient plus ou moins abondants, et que les cultures de légumineuses deviennent

d'autant plus prospères, que les germes des bactéries fixatrices d'azote seront plus nombreux et formeront sur les racines, plus de nodosités. L'été dernier, j'ai semé à mon champ d'expériences de Grignon, que quelques-uns d'entre vous connaissent déjà, des cultures dérobées de vesces; l'automne ayant été pluvieux, elles ont très bien réussi, mais cependant elles ont réussi inégalement; vous avez sous les yeux un dessin qui représente le poids de vesce fraîche, sèche, et enfin la quantité d'azote contenue dans les récoltes calculées pour un hectare; j'ai indiqué en dessous des bandes figurant les données fournies par les parcelles, les époques auxquelles chacune d'elles avait porté déjà des cultures dérobées de vesces ou du trèfle, et vous remarquez un fait très curieux : les trois récoltes les plus faibles sont celles qui ont été recueillies sur des parcelles qui n'avaient pas porté de vesces pendant les six dernières années; les meilleures sont celles qui ont été ensemencées en vesces, les unes en 1894, les autres en 1895, c'est-à-dire que la vesce aurait été plus vigoureuse, là où elle a déjà occupé le sol pendant les années précédentes.

Cette observation n'est nullement en contradiction avec le fait bien connu, sur lequel je viens d'insister il y a un instant, de l'impossibilité d'établir des cultures continues, de trèfle, de luzerne ou de sainfoin; en effet, d'après l'hypothèse développée plus haut, on ne peut continuer indéfiniment la culture du trèfle ou de la luzerne sur le même sol, à cause de l'épuisement des matières humiques; mais cet épuisement ne se produit qu'à la longue, quand les légumineuses occupent le sol pendant deux, trois, cinq ans et davantage. Or, les cultures dérobées de vesce durent à peine trois mois, on sème au commencement du mois d'août, on retourne à la fin d'octobre, ce n'est pas pendant ce court espace de temps que l'épuisement peut se faire sentir, tandis qu'au contraire la présence dans le sol de germes nombreux des bactéries, qui vivent en symbiose avec les légumineuses est favorable et c'est à l'abondance des spores des bactéries fixatrices d'azote dans certaines parcelles, à leur rareté dans d'autres que j'attribue les différences constatées en 1897 dans les cultures dérobées d'automne[1].

Quand une espèce végétale vit surtout d'acide carbonique

1. *Ann. agr.*, t, XXIII, p. 561.

aérien et de matières minérales, l'épuisement du sol n'est plus à craindre, car cet épuisement peut être victorieusement combattu par l'apport d'engrais. Dans ces conditions, la culture continue est possible et nos célèbres correspondants de l'Institut de France, sirs J.-B. Lawes et H. Gilbert en ont donné un magnifique exemple à Rothamsted où ils ont maintenu, depuis 1844, la culture du blé sur la même pièce. Je mets sous vos yeux un dessin qui représente les résultats obtenus en grain et en paille, classés en périodes de huit ans, on y voit que partout la seconde période est supérieure à la première : les deux dernières sont plus faibles, mais cela est dû à des conditions météorologiques en général moins favorables et quoique plus faibles restent encore bonnes[1].

Ainsi les céréales, comme les graminées de la prairie, comme la vigne, comme les arbres de la forêt, peuvent être cultivées indéfiniment sur la même terre, il n'y a pas de raison physiologique qui s'y oppose. Comment donc se fait-il que si cette continuité est possible, elle soit, si peu avantageuse, que l'alternance des cultures soit devenue une règle appliquée par tous les praticiens? Il est facile d'en saisir les raisons et elles apparaissent clairement toutes les fois qu'on s'obstine aux cultures continues.

C'est d'abord l'envahissement des terres par les plantes adventives; il est surtout à craindre, pour les cultures de céréales semées à la volée, très vite inabordables au printemps.

Quand j'ai établi, à Grignon, la culture continue de l'avoine, je suis arrivé, en 1881 et en 1882, malgré les binages, à avoir des terres tellement envahies, que ces plantes adventives, vigoureuses, disputaient victorieusement à l'avoine les engrais distribués; elles profitaient des fumures et on obtint moins de récoltes des parcelles qui avaient reçu des engrais que de celles qui en avaient été privées; même mésaventure est arrivée à notre ancien collègue du Muséum, Georges Ville, qui, avec sa verve accoutumée, déplorait les *tombereaux de mauvaises herbes* qu'il avait enlevés de terres copieusement fumées, mais mal sarclées.

Il est d'autres ennemis très dangereux : les insectes, qui pullulent dans les terres où régulièrement tous les ans ils rencontrent une nourriture appropriée à leurs besoins; leurs ravages sont parfois terribles; ceux des cryptogames parasites ne le sont pas moins, et

1. *Ann. agr.*, t. XI, p. 5.

il est visible que si, tous les ans, on remettait sur le même sol des pommes de terre, les chances de voir les tubercules envahis par le phytophtora infestans deviendraient plus grandes que si les plantations ont lieu sur une terre qui, depuis plusieurs années, a porté d'autres récoltes.

Ce sont donc surtout des causes extérieures, la crainte des plantes adventices ou des insectes qui conduisent à varier les cultures, et il est important d'avoir une notion précise sur ce sujet au moment où nous allons tracer un rapide historique des assolements qui se sont succédé dans notre région septentrionale.

A quelle époque remonte l'assolement triennal comprenant une jachère nue, un blé et une avoine? C'est ce qu'il est assez difficile de savoir. Il était en usage depuis longtemps dans les Gaules, quand Charlemagne prescrivit de l'employer sur les domaines impériaux, et, s'il s'est maintenu jusqu'à nos jours en beaucoup de terres d'une médiocre fertilité, c'est qu'il présente de sérieux avantages, quand les engrais commerciaux font défaut; c'est surtout parce qu'il répondait aux besoins d'une population encore peu nombreuse, répandue sur un territoire presque dépourvu de voies de communication; il fallait pourvoir aux premiers besoins de la vie, avoir du pain, de là, la place prépondérante donnée jadis à la culture du blé. Jusqu'à la fin du XVIII[e] siècle, la crainte de la famine hante tous les esprits; il faut pourvoir soi-même à sa subsistance, car les restrictions apportées au commerce sont telles, que si on n'a pas de grain, il sera souvent impossible d'en acheter; pour assurer cette récolte de grain, pour mettre toutes les chances de son côté, on laisse la terre nue pendant tout une année; on pratique la jachère; cette terre est travaillée avec soin, ameublie, on lui donne le peu de fumier dont on dispose, puis on sème au moment le plus opportun.

Pendant cette année de jachère, la terre est débarrassée des plantes adventives, elle est propre, les insectes qui n'y trouvent pas d'aliments meurent, ou émigrent : on a donc diminué le nombre des ennemis; a-t-on encore fait autre chose?

Je compte, messieurs, consacrer ma prochaine leçon à l'étude détaillée de la jachère, et vous donner les preuves de ce que je me borne à exposer aujourd'hui.

La jachère avait encore plusieurs autres utilités. Pendant cette année où la terre était laissée sans récolte, elle était très bien tra-

vaillée, car on pouvait choisir les moments les plus propices pour l'ameublir.

Or, dans une terre bien ameublie, l'eau de la pluie pénètre, au lieu de glisser à la surface comme elle le fait sur une terre tassée ; elle s'enfonce dans les profondeurs et y constitue de puissantes réserves, car l'évaporation est faible dans une terre pulvérisée où la capillarité entre mal en jeu. En outre, la terre nue est soustraite à la plus puissante des causes de dessiccation : la végétation.

Ces grandes réserves d'humidité dans les couches profondes sont particulièrement favorables à la culture du blé, dont les longues racines descendent tout droit dans le sol jusqu'à 1 mètre et $1^m,50$; les poils absorbants à l'aide desquels la plante s'abreuve, couvrent d'abord toute la racine ; mais à mesure qu'elle s'allonge, ils tombent dans la partie supérieure et ils ne garnissent plus que l'extrémité, de telle sorte qu'une culture de blé peut péricliter dans une terre relativement humide, si le sous-sol est sec ; la jachère, permettant à l'eau de gagner les couches profondes assurait aux racines un large approvisionnement d'humidité.

Ce n'est pas tout, deux réactions du plus haut intérêt s'accomplissent dans les terres que l'absence de végétaux maintient humides. Elles s'enrichissent en azote total et en nitrates.

J'ai déjà indiqué, l'an dernier, que dans une terre humide, exposée à l'air, les bactéries fixatrices d'azote découvertes par M. Berthelot pullulent et travaillent ; des terres de la Limagne d'Auvergne mises en expériences au mois d'octobre 1895, renfermant à l'origine 3 grammes d'azote combiné par kilogr., en renferment 5 aujourd'hui. Sans doute, les conditions dans lesquelles j'ai opéré en maintenant ces terres à l'abri des grands abaissements de température et de la dessiccation ne se reproduisent pas pour les terres en place, mais il est manifeste qu'elles entrent constamment en jeu, ce n'est pas la faible dose d'azote contenue dans les maigres fumures distribuées jadis, qui aurait fait apparaître dans nos terres cultivées de 1 à 2 millièmes d'azote, car l'azote apporté par la fumure n'atteignait pas celui que renfermaient les récoltes. Cette faible fumure était bien loin cependant d'être inutile ; M. Berthelot a démontré que la fixation de l'azote est corrélative de la destruction de la matière organique, et le fumier apporté agissait non seulement par l'azote qu'il conte-

nait, mais aussi par sa matière carbonée servant d'aliment aux bactéries fixatrices d'azote.

Enfin, et c'est là un point sur lequel il convient d'insister particulièrement : dans une terre en jachère, naturellement humide, la nitrification s'établit avec une rare énergie. C'est ce que m'ont montré les analyses des eaux de drainage exécutées à Grignon depuis 1892 ; jamais l'azote nitrifié entraîné par les eaux écoulées des cases maintenues en jachère n'a été au-dessous de 100 kilos par hectare et par an ; en 1892, les quantités dosées se sont élevées à 200 kilos et en 1896 également.

Mais dira-t-on, quels avantages peut procurer la formation des nitrates dans un sol qui ne porte aucune plante capable d'en profiter? Ces nitrates seront entraînés en pure perte par les eaux d'infiltration et le profit, nul.

Remarquons tout d'abord que même lorsqu'ils assainissent des terres en jachère, les drains ne coulent guère pendant l'été, c'est à l'automne et en hiver qu'on recueille de grandes quantités d'eau. Or, à ce moment, le blé est semé, et les racines qui ont commencé à se développer, possèdent la curieuse propriété de retenir les nitrates ; rien n'est plus facile que de le montrer. Voici des racines de blé, je les imprègne d'une dissolution de sulfate de diphénylamine, elles se teignent immédiatement en bleu foncé, coloration qui caractérise absolument les nitrates.

Sans doute, pendant la jachère, une partie des nitrates formés était perdue, entraînée par les eaux souterraines, mais une partie aussi était utilisée. Or, messieurs, il faut se rappeler que la pénurie d'engrais était extrême et que, dès lors, les nitrates saisis, même en faible proportion, avaient une heureuse influence sur la vigueur de la plante.

Grâce à la jachère, le blé n'était donc pas privé du puissant engrais que nous distribuons aujourd'hui avec profusion, et il est bien curieux de constater que, par simple empirisme, nos aïeux soient arrivés à faire produire à leurs terres, sans s'en douter, le plus efficace des engrais azotés.

L'année de jachère était donc particulièrement favorable à la culture du blé, et un de mes collègues de l'Ecole de Grignon, M. Berthault, me racontait naguère que ses métayers du Berry, auquel il impose les méthodes nouvelles lui disaient en soupirant : « Tout de même, notre Monsieur, rien ne vaut les blés de guéret. »

Au blé succédait l'avoine, et cette nouvelle culture était aussi justifiée que la première ; il fallait assurer l'alimentation du cheval, qui, dans un pays sans route, présentait une utilité qui décroît à mesure que se perfectionnent les procédés de traction mécanique.

Dans les terres particulièrement riches, où l'on employait comme engrais les matières excrémentitielles, on ajoutait à ces cultures celle du lin, car il faut se vêtir ; dans les bonnes terres des vallées, en Picardie, en Auvergne, en Alsace, on semait du chanvre ; enfin le bétail vivait, pendant l'été, sur les prairies permanentes ; à l'automne, il broutait les plantes adventices qui se développaient après la moisson, et l'hiver, il en était réduit à consommer de la paille.

Les choses continuèrent ainsi jusqu'au milieu du XVIIIe siècle ; malgré les guerres, les famines, la population s'était accrue, et les rendements en blé, très médiocres, n'atteignant pas 10 hectolitres par hectare devenaient insuffisants ; pour les augmenter il devenait nécessaire d'employer plus d'engrais ; or, à ce moment, le commerce des matières fertilisantes était nul ; on ne connaissait absolument qu'un seul engrais, le fumier de ferme. Pour en accroître la quantité, il fallut entretenir plus d'animaux, par suite, donner aux récoltes fourragères une place que jusqu'alors, elles n'avaient jamais obtenue.

Les animaux de la ferme vivaient de foin et de paille ; la prairie productrice de foin ne prospère dans les pays relativement secs que dans les vallées, là où les eaux se rassemblent ; quand on crée des prairies sur les plateaux, la récolte est absolument à la merci de l'abondance des pluies de printemps et d'été ; si elles sont rares, l'herbe sèche et l'échec est complet.

C'est qu'en effet, les graminées des prairies n'ont en général que de courtes racines, elles ne sont pas capables comme celles du blé ou de l'avoine, d'aller puiser dans les réserves du sous-sol ; aussi l'usage s'est-il établi depuis un temps immémorial de maintenir en prairies les vallées et de couvrir de céréales les plateaux ; on aurait donc été fort embarrassé d'augmenter la masse des fourrages si on n'avait trouvé une puissante ressource dans les légumineuses, telles que le trèfle, le sainfoin ou la luzerne, qui ont des racines assez longues pour végéter parfaitement sur les plateaux.

L'introduction du trèfle dans les assolements marque le grand progrès agricole du XVIIIe siècle.

Lentement, la jachère fut remplacée par une culture de prairies artificielles; lentement, car il fallut d'abord abolir un usage établi depuis des siècles, celui du libre parcours. Autrefois, en effet, après la moisson, le droit de propriété disparaissait pendant quelques mois; jusqu'au moment des labours, on avait droit de conduire tous les animaux de la paroisse dans les champs, sans distinction de propriétés, pour les laisser pâturer en commun; ils parcouraient les éteules, broutant les plantes adventives qui avaient crû dans le blé ou dans l'avoine.

Les prairies artificielles sont établies pour plusieurs années, les plantes qui les composent sont vivaces; à la coupe de l'été, succède celle de l'automne, parfois même on obtient un deuxième regain; mais il est visible que je ne consentirai à établir une prairie artificielle qu'à la condition d'en conserver pour moi les produits, et que si les vaches ou les moutons du voisin ont le droit d'y venir pâturer, je m'abstiendrai.

Il fallut batailler longtemps pour obtenir l'abolition du libre parcours; on finit par y réussir, et grâce aux prairies artificielles, la masse de fourrages s'étant accrue, le bétail augmenta; par suite, on eut plus de fumier et les récoltes devinrent plus abondantes. Toutefois, la prairie artificielle remplaçant la jachère, la terre n'était plus débarrassée des plantes adventives; ce premier progrès en entraîna un second: on introduisit dans la rotation une plante à pieds assez écartés pour que, pendant sa croissance, on pût pénétrer dans les cultures et y détruire les mauvaises herbes.

L'introduction dans les assolements des plantes sarclées marque une seconde étape favorable; les navets en Angleterre, les choux fourragers dans l'Ouest, les betteraves dans le Nord, la pomme de terre, quand, sous l'influence de Parmentier, sa culture se répandit, occupèrent la première année de la rotation.

L'assolement en usage en Angleterre et au début du siècle dans les parties bien cultivées du Nord de la France, connu sous le nom d'assolement de Norfolk, comprend quatre ans. Il s'ouvre toujours par une plante sarclée; en Angleterre, c'est le turneps, qu'on laisse en place à l'arrière-saison, chargeant les moutons qui doivent le consommer de l'arracher; c'est à ces turneps qu'est donnée la fumure de fumier de ferme.

La saison est trop avancée, quand les turneps ont été arrachés ou consommés sur place, pour qu'il soit possible de labourer et de semer du blé, aussi la terre est-elle occupée la deuxième année par une céréale de printemps, orge ou avoine, dans laquelle on sème du trèfle, qui donne deux récoltes pendant la troisième année ; on défriche à l'automne pour le blé qui ferme la rotation de quatre ans. On voit que, sur ces quatre années, deux seulement donnent des marchandises de vente, les deux autres ne fournissent que des fourrages et pour que l'opération soit avantageuse, il faut que les spéculations qui portent sur les animaux soient prospères, que la vente du lait, de la laine ou de la viande assure des bénéfices, c'est là ce qui arrivait en Angleterre.

En France, on trouva que faire un seul blé en quatre ans, c'était trop peu ; on adopta l'assolement de cinq ans, s'ouvrant par une plante sarclée, betteraves ou pommes de terre, qui reçoivent la fumure ; mais immédiatement après les racines ou les tubercules arrachés dès le commencement de l'automne, on sème un premier blé ; au printemps on y introduit du trèfle, celui-ci occupe la terre pendant la troisième année ; après l'avoir défriché on sème un second blé ; on le fait suivre parfois d'une culture dérobée de navets ; enfin la rotation se ferme par une avoine à laquelle on donne une légère fumure.

Cet assolement de cinq ans, qu'on peut justement appeler assolement de Bechelbronn, du nom de la propriété où il a été particulièrement étudié, est resté célèbre depuis l'admirable travail que lui a consacré Boussingault.

Pour la première fois, il établit le bilan chimique d'une exploitation agricole ; au début, il pèse le fumier distribué sur un hectare et procède à son analyse, puis chaque année il pèse les récoltes obtenues et les soumet également à l'analyse élémentaire.

Quand les cinq ans sont écoulés, il met en regard les quantités de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, d'azote, de matières minérales que renferme d'une part le fumier, de l'autre les récoltes obtenues, et constate que le poids de matière sèche des récoltes surpasse celui du fumier. Qu'elles renferment un excès de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, nous le comprenons aisément, puisqu'elles puisent leur carbone dans l'atmosphère et, dans l'eau les deux élé-

ments qui la constituent, mais Boussingault constate que les récoltes conduites à la ferme contiennent 47 kilos d'azote de plus que n'en renfermait le fumier distribué ; qu'en outre, il faut ajouter à cet azote en excès celui qui existe dans les résidus des récoltes non recueillis : racines et feuilles tombées ; de telle sorte que lorsqu'on a cultivé des betteraves, l'azote entré en jeu pendant les cinq ans de la rotation surpasse de 87 kil. 2 celui que renfermait le fumier et seulement de 50 kil. 3 quand on a remplacé les betteraves par des pommes de terre.

En réalité, à cet excès d'azote constaté, il aurait fallu ajouter celui qui fait partie intégrante des nitrates qui, entraînés par les eaux, s'écoulent dans le sous-sol.

D'où vient cet excès d'azote, de l'air certainement; mais quel est le mécanisme de sa pénétration dans le cycle de la vie végétale ; Boussingault le chercha en vain toute sa vie... C'était à M. Berthelot qu'était réservée la découverte de la fixation de l'azote atmosphérique dans le sol par action microbienne.

Si la matière organique des récoltes surpasse celle que renferme le fumier, il n'en est plus de même des matières minérales ; elles sont au contraire plus abondantes dans l'engrais que dans les plantes obtenues ; il ne suffisait pas, au reste, de constater ce fait intéressant, il fallait déterminer, d'une part, la composition des cendres du fumier, de l'autre, celle des récoltes. Boussingault n'hésite pas devant l'énormité du travail, il se met à l'œuvre et dose l'acide phosphorique, la silice, l'acide sulfurique, le chlore, la chaux, la magnésie dans les cendres des plantes récoltées, dans celles du fumier employé, il peut enfin établir le bilan complet de son exploitation et s'assurer que son domaine n'est pas menacé de ruine par une exportation des principes minéraux utiles aux plantes, supérieure à l'importation de ces mêmes principes par le fumier.

La comparaison est rassurante : son assolement demande 82 kil. 8 d'acide phosphorique, le fumier en apporte 98, les plantes prennent 246 kilos de potasse, le fumier en fournit 370 ; le chlore, la chaux, la magnésie sont aussi en excès dans la fumure.

Il est bien à remarquer, en outre, que toute la matière minérale contenue dans les récoltes, ne sort pas du domaine. Une partie des produits récoltés retourne au fumier après avoir servi à l'alimentation des animaux de la ferme. Les matières inorgani-

ques de cette partie de la récolte seront donc restituées à la terre d'où elles sont sorties. La fraction assimilée par le bétail, celle qui existe dans les marchandises de vente sont seules distraites : « La totalité du froment et un certain nombre d'animaux exportés représentent par hectare 30 kilos d'acide phosphorique environ et 40 ou 50 kilos d'alcali, c'est autant de perdu pour les fumiers et comme en définitive, on retrouve à la fin de la rotation une quantité d'engrais égale et à peu près semblable à celle dont on disposait au commencement, il faut bien que les pertes en substances minérales soient comblées par une provenance du dehors. »

Dans l'assolement étudié par Boussingault, les matières minérales qui comblent le vide que détermine la vente des produits proviennent de la prairie. Si elle n'est pas irriguée et ne reçoit rien du dehors, elle épuise son fond et fatalement devient de moins en moins productive ; mais comme son approvisionnement en matières minérales est souvent considérable, cet épuisement est très lent à se produire et passe inaperçu.

Quoi qu'il en soit, vous voyez, messieurs, qu'à l'époque où Boussingault a établi nettement les exigences de cet assolement, époque à laquelle le commerce des engrais n'était pas encore établi, il fallait de toute nécessité qu'une partie du domaine fût consacrée à la prairie qui porte le foin destiné à la consommation des animaux producteurs de fumier.

Cet assolement, dans lequel une large part est faite aux cultures fourragères, est en progrès sensible sur l'assolement triennal. Comme il roule entièrement sur la production du fumier, l'attention se porte sur les animaux auxquels il est dû ; on les améliore, on les spécialise. C'est l'époque des grands éleveurs anglais, des frères Colling, qui créent la race de bœufs à courtes cornes appelés habituellement du nom du comté où elle a pris naissance, race de Durham ; de Bakewel, qui obtient les moutons étoffés précoces de la race de Dishley.

Le progrès cependant était limité par la quantité de fumier produite ; abondant en Angleterre dont le climat humide se prête bien aux cultures fourragères, il était plus rare en France, surtout pendant les années de sécheresse. Cet engrais lui-même ne ramenait jamais au sol qu'une fraction des matières minérales prélevées; on transportait ces matières minérales de la prairie aux

champs, on en exportait une partie, de telle sorte que l'épuisement était fatal.

C'est contre cette culture exclusivement basée sur l'emploi du fumier de ferme, sur cette culture épuisante, que Liebig, avec une extrême véhémence, a dirigé ses attaques; c'est elle qu'il appelle culture spoliatrice, culture vampire.

Il lui prédit le plus sombre avenir et lui oppose la culture rationnelle, qui restitue au sol toutes les matières minérales enlevées, chaque année, par la vente des produits.

Cette doctrine de la restitution a fait fortune. Elle a passé pour quelques esprits absolus à l'état de dogme intangible. Elle me paraît cependant en opposition absolue avec les intérêts des cultivateurs. Je prends un exemple pour le montrer clairement, et je l'emprunte aux faits que j'ai constatés dans les cultures des champs d'expériences de Grignon, de Bourdon dans le Puy-de-Dôme, de Wardrecques dans le Pas-de-Calais, de Blaringhem dans le Nord.

Visiblement toutes les fois que je vends du blé, je vends de l'acide phosphorique et de la potasse qui proviennent de mon domaine; la théorie de Liebig m'impose d'acquérir des phosphates et des sels de potasse pour restituer ce qu'a enlevé le blé vendu. Je me soumets, j'achète ces engrais; mais pour me rendre compte de l'effet produit, je mets en comparaison des parcelles de terre sur lesquelles la restitution a eu lieu, avec d'autres qui n'ont rien reçu. Les récoltes sont semblables. A Grignon, à Bourdon, ni les phosphates, ni les sels de potasse n'augmentent les récoltes; d'où il faut conclure que l'approvisionnement de mes terres est suffisant pour que les prélèvements des récoltes passent inaperçus. Vais-je continuer à acquérir ces engrais et consentir indéfiniment à grever mon budget d'une dépense qui ne sera pas couverte par une recette équivalente ?

Il est bien clair que pas un cultivateur sérieux ne consentira, par amour de la théorie, à grossir la note du marchand d'engrais, sans tirer des acquisitions aucun avantage.

Mais, si vous ne restituez pas, vous épuisez votre sol! Sans doute, mais combien de temps faudra-t-il pour que cet épuisement soit sensible. A Grignon, ma terre renferme environ 1 gr. 5 d'acide phosphorique par kilo; une tonne renferme 1 kil. 5, et comme la terre de mon champ d'expériences, a plus d'un mètre

d'épaisseur, l'hectare pèse environ 12,000 tonnes; j'ai donc 180,000 kilos d'acide phosphorique; une bonne récolte de blé en enlève 45; il faudrait donc 400 ans pour que tout l'acide phosphorique fût enlevé, en admettant qu'on n'employât aucun engrais; mais comme le fumier apporte une quantité d'acide phosphorique sensible et de potasse encore un peu plus forte, la période d'épuisement sera encore plus lente. Quand dans quatre ou cinq cents ans, l'épuisement sera sensible, ceux qui cultiveront à cette époque, achèteront des phosphates, et ils le feront d'autant plus volontiers que ces engrais augmenteront leurs récoltes.

Est-ce à dire que Liebig avait eu tort d'éveiller l'attention des cultivateurs sur cet emploi des matières minérales nécessaires à la végétation. Non vraiment; mais il avait parlé trop vite, et avant qu'on eût découvert que la terre renferme souvent des approvisionnements formidables de ces matières minérales. Quand cet approvisionnement est faible, l'emploi des engrais minéraux devient très lucratif, et au champ d'expériences de Blaringhen, on n'obtenait les grandes récoltes de froment qui l'ont rendu célèbre, qu'à la condition d'y apporter des superphosphates.

J'ai défini l'engrais: la *matière utile à la plante, qui manque au sol;* c'est donc essentiellement une matière complémentaire; il faut ajouter les aliments qui font défaut, et on s'empresse de les acquérir, car cette addition se traduit immédiatement par un supplément de récolte. C'est la composition du sol et non les exigences des plantes qui règle l'emploi des engrais.

La doctrine de la restitution est une doctrine de laboratoire et de marchand d'engrais; très sagement les cultivateurs achètent seulement les engrais qui augmentent leurs récoltes et dédaignent ceux qui n'ont pas d'action.

Mais, messieurs, cette possibilité d'acquérir des engrais est récente, c'est elle qui différencie nettement l'état agricole actuel de l'état antérieur.

L'emploi exclusif du fumier condamnait certaines contrées à une stérilité presque complète; quand un sol ne renferme que peu d'acide phosphorique, sa production végétale est limitée, chaque récolte exportée enlève un peu de cet acide phosphorique; le fumier, par suite, n'en contient guère et l'appauvrissement de la terre va sans cesse en augmentant; c'est seulement quand arrive du dehors l'élément manquant que les rendements s'élèvent.

Là encore, l'expérience a devancé la théorie, et les cultivateurs bretons ont commencé, il y a quatre-vingts ans, à répandre sur leurs landes, du noir animal, avant de savoir qu'il renfermait du phosphate de chaux et que leurs terres en manquaient.

En résumé, messieurs, ainsi que nous l'avons dit déjà, l'introduction dans les assolements, des plantes fourragères, racines et prairies artificielles, avait permis d'obtenir plus de fumier et d'accroître les rendements; mais pour aller plus avant, l'achat d'engrais commerciaux était nécessaire. Où les trouver et quels éléments doivent y être recherchés?

Ce fut l'Amérique du Sud qui fournit d'abord ces engrais de commerce. Il existait, sur quelques îlots du Pacifique, voisins de la côte du Pérou, un gisement de déjections d'oiseaux de mer accumulées depuis des siècles, c'était le guano. Son succès fut prodigieux, les importations formidables : en quarante ans, le gisement fut épuisé; mais lorsque les arrivages en Europe devinrent plus rares, on avait reconnu à quels éléments le guano devait son efficacité et on put le remplacer.

Boussingault avait passé plusieurs années de sa jeunesse dans l'Amérique du Sud; il avait été frappé des propriétés fertilisantes du guano et n'avait pas hésité à les attribuer d'abord aux sels ammoniacaux qu'il renfermait, et, plus tard, au phosphate de chaux qui y était contenu. Aidé par Payen, il soumit à l'analyse les différents résidus de la vie animale et de la vie végétale, les déchets industriels, susceptibles d'être employés comme engrais, et les classa d'après leur teneur en azote et en acide phosphorique. Pendant plusieurs années, guidés par ces analyses, on employa les matières azotées susceptibles de fournir des sels ammoniacaux et les os contenant des phosphates.

Puis, en 1856, Boussingault et G. Ville découvrirent l'efficacité des nitrates, les recherches de phosphates furent couronnées de succès et l'emploi des engrais chimiques s'établit.

Il ne s'établit toutefois qu'avec une certaine lenteur. G. Ville, qui rendit le très grand service de les préconiser, entraîné par sa verve méridionale, les avait vantés outre mesure; il voulait les substituer au fumier, et affirmait que les rendements allaient s'élever comme par enchantement. Il n'en fut pas toujours ainsi, il y eut des mécomptes, des découragements. Peu à peu cependant, on apprit à utiliser ces puissants engrais, à en faire des

auxiliaires souvent indispensables, toujours utiles du fumier de ferme, et les fumures mixtes comprenant, outre 30 ou 40 tonnes de fumier, 200 kilos par hectare de nitrate de soude, 300 kilos de superphosphates et même 200 kilos de sulfate ou de chlorure de potassium, ont poussé nos rendements aux chiffres élevés que nous atteignons aujourd'hui.

La possibilité d'acquérir des engrais de commerce, la facilité que présente le transport des produits agricoles, nous a conduits à ne plus conserver une rotation strictement réglée comme elle l'était naguère. Il ne nous est plus nécessaire de penser avant tout à la production du blé. Les craintes de famine ont disparu pour jamais de nos pays, sillonnés de toutes parts par des lignes de chemin de fer et en relations maritimes constantes avec les contrées qui consacrent à la culture du froment d'immenses étendues. Aussitôt que la récolte faiblit, la hausse se produit et appelle les importations.

Si les spéculations animales sont plus avantageuses que la vente des produits agricoles, nous diminuons les surfaces consacrées aux céréales pour augmenter les prairies artificielles, les cultures de racines ou de tubercules.

Nous pouvons conduire nos opérations plus librement que naguère et, dans notre région septentrionale, l'assolement se réduit à deux ans. Il comprend habituellement deux plantes : betteraves ou pommes de terre et blé; cette succession n'est interrompue que tous les quinze ou vingt ans par une luzerne.

La betterave, qui ouvre la rotation, exige de fortes fumures; à l'automne, on distribue du fumier et des superphosphates, et au printemps du nitrate de soude. Grâce à cette abondance d'engrais, les rendements se sont élevés; on ne récolte plus 20 tonnes de betteraves fourragères, comme le faisait Boussingault en 1840, mais bien 60 à 70 tonnes. Soumise à des fumures analogues, mais moins copieuses, la pomme de terre ne donne plus 15 tonnes de tubercules à l'hectare, mais 25 ou 30.

Ce dernier progrès a été réalisé tout récemment, grâce à la sagacité, aux efforts persévérants du chimiste éminent que nous avons eu le chagrin de perdre tout récemment. Depuis dix ans, M. Aimé Girard s'était attaché à l'étude de la pomme de terre : il a cherché et trouvé des variétés plus prolifiques que celles que nous plantions naguère; il a indiqué, en outre, les modes de culture,

de fumure les plus avantageux et a réussi à améliorer, suivant son expression modeste, à transformer doit-on dire plus justement, la culture de la pomme de terre.

Nous consacrerons plusieurs de nos leçons de cette année à son étude; nous verrons aussi qu'en abandonnant l'habitude où l'on est encore de rechercher les betteraves fourragères de grande dimension, qu'en les maintenant serrées, au contraire, pour les obtenir plus petites, on augmente beaucoup la proportion de matière nutritive que produit l'hectare.

Nous verrons aussi, messieurs, comment la culture du blé a fait des progrès assez sensibles pour que dans les bonnes années, la France puisse suffire à son énorme consommation.

A coup sûr, pendant le siècle qui finit, les progrès agricoles ont été remarquables; faut-il cependant nous arrêter, n'avons-nous plus qu'à perfectionner l'œuvre accomplie, ou bien au contraire, voyons-nous s'ouvrir encore devant nous, des voies nouvelles? C'est là ce que je veux discuter encore, avant de finir.

Aujourd'hui nous cultivons chèrement; aussitôt que les prix de vente s'abaissent, nos bénéfices se restreignent, et c'est pour empêcher les prix de s'avilir, que les cultivateurs ont réclamé et obtenu la transformation complète de notre système douanier.

Une des causes qui élèvent nos prix de revient, c'est l'obligation où nous sommes, pour atteindre les hauts rendements, d'acquérir des engrais. Nous achetons des débris d'animaux de toute espèce, des sels ammoniacaux, du nitrate de soude, des superphosphates, des sels de potasse, et quand nous faisons la différence entre nos recettes et nos dépenses, la grosse facture du marchand d'engrais pèse lourdement dans la balance.

N'existe-t-il aucun moyen de diminuer ces dépenses et, par suite, d'abaisser les prix de revient?

Visiblement nous sommes obligés d'aller chercher dans les carrières ou les mines qui les recèlent, les phosphates et les sels de potasse, mais l'acquisition des engrais minéraux est destinée à se restreindre peu à peu.

Ni l'acide phosphorique, ni la potasse ne se rencontrent dans les eaux de drainage, les prélèvements des végétaux sont peu considérables, de telle sorte que les apports par les engrais surpassent les exportations et qu'assez vite on arrivera à ne plus

trouver d'avantages à introduire dans les terres de nouvelles quantités, qui n'augmenteront plus les récoltes.

Il n'en sera jamais de même de l'azote : car il disparaît non seulement dans les plantes exportées, mais en outre, tantôt il reprend l'état gazeux et tantôt disparaît à l'état de nitrates dans les eaux souterraines. Sommes-nous donc condamnés à toujours acquérir des engrais azotés, et ne pourrons-nous jamais diminuer la plus lourde de nos dépenses?

Il y a déjà treize ans que M. Berthelot nous a appris que l'azote de l'air se fixait dans le sol par action microbienne; il y a douze ans qu'Hellriegel et Wilfarth nous ont enseigné le rôle des bactéries fixatrices d'azote qui peuplent les nodosités des racines des légumineuses, et jusqu'à présent ces belles découvertes n'ont pas été utilisées par la pratique agricole.

N'y a-t-il cependant aucun indice du chemin qu'il faut suivre pour les mettre à profit? On a surtout cherché jusqu'à présent à propager les ferments; en Allemagne, on a préconisé la *nitragine*, tout récemment l'*alinite* ; mais il ne semble pas que ces essais aient conduit à d'importants résultats.

Je ne serais pas étonné qu'il fallût bien plutôt chercher les conditions de vie des ferments, que de s'efforcer d'accroître leur nombre.

J'ai déjà eu occasion à deux ou trois reprises différentes, dans le cours de cette leçon, de faire allusion aux recherches que j'ai exécutées sur ce sujet depuis plusieurs années.

Rappelons, tout d'abord, que la seule condition nécessaire pour que nos terres produisent une quantité de nitrates suffisante pour que nous n'ayons plus à acquérir que de très faibles doses de nitrate de soude à répandre au premier printemps, c'est de maintenir dans ces terres une dose suffisante d'humidité. Les terres en jachère des cases de Grignon ont toujours produit, chaque année, depuis cinq ans, de 100 à 200 kilos d'azote nitrique par hectare; infiniment plus que les terres emblavées, par cette seule raison que les terres en jachère ne sont pas soumises à l'action desséchante de la végétation.

Dans les conditions ordinaires de la culture sous le climat de Paris, il n'y a pas assez d'eau dans le sol pour fournir à la fois à l'évaporation des végétaux et au travail des bactéries nitrifiantes; les terres se dessèchent et les bactéries cessent tout travail.

Du jour où les cultivateurs seront bien persuadés que s'ils avaient de l'eau à leur disposition, ils en obtiendraient d'immenses avantages, ils réclameraient avec insistance des canaux d'irrigation et comme ils sont le nombre, qu'ils ont des bulletins de vote, rien ne résistera à leur volonté nettement exprimée. Mais il faut les convaincre, et cela n'est pas impossible. Il existe, en effet, dans nombre de domaines, des sources inutilisées; qu'on les emploie, et on verra s'il ne convient pas de faire l'effort nécessaire pour obtenir les canaux d'irrigation.

J'ai déjà insisté sur ce sujet, à plusieurs reprises et notamment au début de mon cours de l'an dernier, et je ne veux pas y appuyer de nouveau aujourd'hui; mais je veux vous entretenir encore quelques instants des résultats que j'ai constatés pendant ces dernières années dans des terres maintenues à l'abri du froid et de la dessiccation.

Dans ces terres, où le travail des bactéries fixatrices d'azote semble n'avoir pas été interrompu, en deux ans, l'azote combiné s'est considérablement accru.

Une terre qui, au début, au mois de décembre 1895, renfermait 3 gr. 270 d'azote par kilo, en contenait, au mois de mars 1898, 4 gr. 73; une autre, qui contenait au début 3 gr. 45, en renferme aujourd'hui 5 gr. 03.

Ces résultats ont été constatés sur des terres d'Auvergne riches en matières organiques; ceux qu'on a obtenus des terres de Grignon, moins chargées d'humus, sont dans le même sens, mais le gain d'azote est plus faible.

M. Berthelot nous a enseigné que la fixation de l'azote était corrélative de la destruction d'une matière organique carbonée; quelle est cette matière? Elle existe dans nos terres, puisque la fixation s'y produit. N'y a-t-il pas lieu de la déterminer pour pouvoir l'apporter là où elle fait défaut. C'est dans cette voie que les recherches doivent être poussées; si elles sont couronnées de succès, elles nous permettront de diminuer nos prix de revient, puisque nous puiserons dans l'immense réservoir de l'atmosphère, la plus coûteuse de toutes les matières fertilisantes, l'azote!

STATION VITICOLE DE NEAUPHLE-LE-CHATEAU

OBSERVATIONS RECUEILLIES DE 1892 A 1897

PAR

M. P. MOUILLEFERT
Professeur de viticulture à l'école de Grignon.

I. — Aperçu sur la culture de la vigne aux environs de Paris.

La culture de la vigne avait autrefois, et il y a même à peine un siècle, une assez grande importance dans les environs de Paris. Sans remonter bien haut, à 1850 seulement, les chiffres ci-dessous, tirés des statistiques officielles, nous montrent que cette importance a été sans cesse en diminuant. (Voir le tableau de la page 216.)

Il ressort, en effet de ces chiffres, que la superficie en trente-sept ans a baissé de (46,232 — 13,900)| 32,332 hectares, soit près de 70 p. 100; la production a diminué dans une proportion encore plus forte, de plus de 84 p. 100 (1.399,972 — 217,207), 1,182,765, par rapport à la récolte de 1897, et de près de 89 p. 100 si on compare à la récolte de 1850 qui a été de 1,838,661 hectolitres. L'année 1896 qui a été cependant relativement productive est encore de trois à quatre fois inférieure à la moyenne de la période de 1850 à 1855. La production qui était par hectare en 1850 de 43 hectolitres, de 30 hect. 200 dans la période de 1850 à 1855, n'est plus dans celle de 1890-1891 que de 21 hect. 200; se relevant à 27 hectolitres en 1896, année exceptionnelle, elle tombe à 15 hectolitres seulement en 1897. Le département de la Seine a été plus particulièrement éprouvé, son vignoble a perdu plus de 95 p. 100 de sa superficie et 85 p. 100 de sa production, tandis qu'au contraire, Seine-et-Oise s'est relativement bien tenu.

Causes de la diminution de la production viticole dans le Nord. — Ces causes sont nombreuses, mais nous pouvons indiquer parmi les plus importantes :

1° *L'Oïdium.* — Cette maladie exerça de si grands ravages vers 1852, 1853 et surtout en 1854, que la production qui était, comme nous l'avons dit, de 1,838,661 hectolitres tomba à 637,392, soit à

Superficie cultivée en vignes et production dans la région de Paris, de 1850 à 1897.

ANNÉE	AISNE		EURE		EURE-ET-LOIRE		OISE		SEINE		SEINE-ET-MARNE		SEINE-ET-OISE		TOTAUX	
	Surf.	Hectol.	Surf.	Hectol.	Surf.	Hectol.	Surf.	Hectol.	Surf.	Hectol.	Surf.	Hectol.	Surf.	Hectol.	Surf.	Hectol.
1850-1855. .	7.540	132.800	1.136	24.614	4.318	108.703	1.222	39.270	1.940	96.510	18.287	550.800	11.789	447.275	46.232	1.399.972
1855-1860. .	7.190	237.520	924	14.348	3.524	127.728	1.222	35.200	1.783	102.040	15.563	347.365	11.572	404.414	41.778	1.278.615
1860-1865. .	6.900	194.815	646	10.506	2.714	53.420	1.222	10.517	1.603	70.208	12.839	271.550	11.255	354.480	37.179	965.496
1865-1870. .	6.450	192.650	561	15.835	2.555	78.380	990	19.842	1.362	74.124	12.403	442.350	10.399	413.237	34.720	1.236.418
1870-1875. .	5.490	697.40	537	12.014	2.336	28.535	737	7.667	1.247	32.990	11.393	125.080	10.248	173.290	31.988	449.356
1875-1880. .	4.877	122.104	490	10 335	1.910	50.079	625	7.282	1.073	31.767	10.425	352.120	8.740	229.620	28.140	803.307
1880-1885. .	4.100	80.020	493	7.310	1.678	15.441	458	3.195	839	15.753	8.830	129.384	7.627	148.875	24.022	399.978
1885-1890. .	3.323	56.078	406	7.906	1.292	18.193	313	3.512	729	15.380	7.817	103 476	6.580	148.930	20.460	353.485
1890-1895. .	3.023	53.583	381	8.866	1.234	13.784	256	2.510	596	13.615	6.170	83.780	6.217	145.164	17.871	320.602
1896	2.703	63.379	357	10.810	1.126	15.901	200	2.094	467	16.978	4.331	97.806	5.874	197.278	15.038	404.186
1897	2.647	14.600	335	6.925	1.044	5.582	142	1.028	440	12.952	3.785	28.731	5.507	147.389	13.900	217.207

environ un tiers de ce qu'elle était auparavant. Ces ravages ayant continué, beaucoup de propriétaires ne voulant pas ou ne pouvant pas appliquer les soufrages, reconnus efficaces cependant, furent obligés de renoncer à une culture qui ne leur donnait presque aucun produit tout en leur coûtant beaucoup. D'autres maladies, surtout le *Mildiou*, qui est arrivé vers 1880 et qui n'a pas été non plus jusqu'ici suffisamment combattu, ont ajouté leur funeste action à celle de l'*Oïdium*. Le *Phylloxera* a aussi, dans une certaine mesure, réduit la production; ces maladies et quelques autres moins dangereuses, ont abaissé considérablement la moyenne de production qui est tombée de 43 hectolitres (en 1850), à 14, en 1895, année, il est vrai, des plus mauvaises.

2° — Le renchérissement de la main-d'œuvre, l'augmentation de la valeur vénale et locative de la terre depuis trente ans et d'autres charges plus grandes, ont rendu cette culture plus coûteuse. Et, en présence des aléas qu'elle présente d'autre part dans la région, résultant de l'action des gelées, de la coulure, des intempéries et des différentes maladies autrefois inconnues qui assaillent aujourd'hui la vigne, sa culture est devenue moins avantageuse qu'autrefois.

3° — Les chemins de fer, en établissant des communications rapides et faciles entre les différentes régions, ont permis l'arrivée des vins du Midi et d'autres centres importants de production plus favorisés par leur climat que ne le sont les environs de Paris.

4° — Enfin, signalons, parmi les principales causes du déclin de la vigne dans la région du Nord, l'envahissement des centres populeux qui absorbent chaque année, surtout dans la banlieue d'une ville immense, de vastes étendues de terrains pour les constructions d'habitation, pour celles des usines, des parcs de plaisance, des chemins de fer et des routes.

Cependant, la culture de la vigne est encore non seulement possible dans la région de Paris, mais elle peut être aussi une des plus avantageuses; Argenteuil, Andrésy, Chanteloup, Triel, Bonnières, Limay, Fontainebleau, Thomery et de nombreuses autres localités, en donnent des preuves éclatantes. Là, cette plante donne des récoltes abondantes dépassant souvent 70 hectolitres et même 100 hectolitres à l'hectare et à des prix très rémunérateurs, de 35 à 45 francs l'hectolitre, soit une production brute de 2,400 à 3,000 francs par hectare. La commune d'Argenteuil, qui compte

environ 1,200 hectares de culture, produit en moyenne 3 millions de francs de vin par an et la vigne fait de cette commune une des plus riches de France. Il en est de même de Thomery, d'Andrésy, etc.[1].

Il y a même un fait curieux à signaler, c'est que le vin produit aux environs de Paris, malgré sa légèreté et son acidité, a plus de prix que celui du Midi et de l'Algérie. Ce vin est particulièrement recherché des Parisiens qui vont, les dimanches, en été, faire des promenades dans la banlieue; il est plus rafraîchissant qu'aucun autre et on peut en boire impunément de grandes quantités sans en être incommodé. La population des campagnes préfère aussi ce vin à ceux du Midi; seuls, les ouvriers des grands centres lui préfèrent des vins foncés en couleur, épais et capiteux, préparés spécialement pour eux par les grands négociants de Bercy.

Mais, tandis que, dans le Midi et autres contrées plus favorisées sous le rapport du climat, les situations propres à l'établissement d'un vignoble sont nombreuses, dans la région du Nord, au contraire, la création d'une vigne demande un examen des plus sérieux. Il faut, en effet, savoir réunir les principales conditions de succès suivantes :

1° Il faut que l'exposition soit aussi chaude que possible ou, mieux encore, qu'elle reçoive la plus grande somme de chaleur possible tout en étant abritée contre les vents froids du nord, de l'est, même un peu contre les vents d'ouest pluvieux, souvent très violents et qui causent alors des dégâts au printemps, en cassant les pousses encore tendres. Ces vents humides favorisent aussi la coulure et le développement des maladies cryptogamiques. Abritée, l'exposition du sud-est est la plus avantageuse; elle ne présente guère qu'un inconvénient, c'est que les souches y débourrent de bonne heure et y sont par suite plus exposées aux gelées printanières que celles qui croissent au nord et à l'est; mais cet inconvénient est largement compensé par la qualité des produits obtenus.

2° Les plaines froides ne conviennent pas pour l'établissement d'un vignoble dans la région du Nord; outre que la somme de chaleur y est plus faible que sur les pentes bien exposées, la maladie du blanc des racines, par suite d'un égouttement insuf-

1. Nous connaissons des propriétaires, à Chanteloup, qui ont fait, en 1897, jusqu'à 130 hectolitres, vendus 45 fr., soit : 5.850 fr. de produit à l'hectare.

fisant du sol, y est favorisée ainsi que le développement des autres maladies dues aux cryptogames inférieurs.

3° Dans les vallées, les gelées d'hiver, plus fortes que sur les coteaux, amèneraient assez souvent la destruction totale ou partielle des souches. Les gelées printanières y sont aussi plus fréquentes ainsi que la coulure. Enfin, les maladies cryptogamiques y sont plus violentes.

4° Sur les pentes élevées ou sur les hauts plateaux, la température n'est pas suffisante pour donner une bonne maturité des raisins; les vins obtenus sont de qualité inférieure, faibles, acides et d'une conservation difficile. Pour ces diverses raisons, ce sont donc les côtes exposées au sud-est, à une altitude peu élevée, au-dessus d'une large vallée, qui conviennent le mieux. Les rayons calorifiques y frappant plus directement le sol, il reçoit une plus grande quantité de chaleur que les terres plates; la réflexion même des rayons calorifiques profite aux pieds de vignes situés en amont du point frappé.

5° Les terrains froids et humides, à sous-sol imperméable, qui sont déjà très défavorables à la viticulture dans le Midi, le deviennent encore davantage dans la région du Nord. Les sols calcaires ou siliceux s'échauffant facilement au contraire, et par cela même désignés sous le nom de *terrains chauds*, sont beaucoup plus favorables. Mais, en présence du Phylloxera, toujours menaçant et puissant sur les terrains calcaires, les terres sablonneuses légères doivent être particulièrement choisies pour la création des nouveaux vignobles.

6° Le choix des cépages doit aussi préoccuper le viticulteur du Nord de la France. Il est tout à fait essentiel de ne cultiver que les variétés assez précoces pour arriver sûrement à la maturité; c'est aussi le moyen d'obtenir des vins de bonne qualité.

II. — Utilité des champs de démonstration dans la région. Station de Neauphle-le-Chateau.

Toutes ces questions si importantes que nous venons d'esquisser, et bien d'autres, touchant à l'établissement d'un vignoble dans la zone extrême de la culture de la vigne ne peuvent être résolues qu'avec la connaissance parfaite des exigences de cette culture. Sans doute l'étude des meilleurs vignobles de la région

peut donner des indications précieuses, mais les observations relevées dans une localité donnée peuvent ne pas avoir un caractère assez général ou susceptible d'une application suffisamment étendue, aussi nous pensons que le mieux serait de compléter l'enseignement tiré de la culture spéculative par des études théoriques dans des stations viticoles ou champs de démonstrations, à emplacement bien choisi, où l'on étudierait tout ce qui intéresse la viticulture locale.

C'est dans ce but et aussi pour compléter mon enseignement à l'École nationale d'agriculture de Grignon, que j'ai été amené à créer, en 1892, dans le voisinage de cette école, à Neauphle-le-Château, la station viticole dont je vais parler. Cette création me permettait d'aborder l'étude des questions suivantes :

1° Du climat au point de vue viticole dans la contrée; 2° des principaux cépages à utiliser dans la région, leur exigence sous le rapport de la somme de chaleur nécessaire à la maturité de leurs raisins, ainsi que des meilleurs modes de taille à leur appliquer; 3° des fumures les plus convenables; 4° des maladies de la vigne et des moyens de les combattre; 5° des meilleures conditions de vinification.

La vigne est cultivée dans presque toutes les communes des environs de Neauphle-le-Château, qui appartient au canton de Montfort-l'Amaury (arrondissement de Rambouillet); il y a même des centres viticoles assez importants sur les communes de Villiers-Saint-Frédéric, Pontchartrain, Auteuil, Marchais, Boissy-sans-Avoir, Garancière, Flexanville, Septeuil et dans toutes les vallées des rivières de la Mauldre, de Senneville et de Vaucouleurs jusqu'à Mantes et Bonnières. Les vignobles d'Auteuil sont particulièrement renommés par les vins blancs qu'ils produisent. Malheureusement, ils sont aussi en décroissance, par la faute des propriétaires qui n'ont rien voulu faire pour combattre l'*Oïdium* et le *Mildiou*.

Au contraire, les vignobles des environs de Mantes, de Limay et de Bonnières, sont encore en pleine prospérité, et les rendements de plus de 100 hectolitres, dans ce dernier canton, ne sont pas plus rares que dans la grande côte viticole Triel-Chanteloup et Andrésy.

La station viticole de Neauphle est située à environ 112 mètres d'altitude, sur un terrain incliné en pente du côté sud; elle est un

peu abritée par une colline boisée contre les vents de l'est et par un plateau, où se trouve bâtie la petite ville de Neauphle, du côté du nord et du nord-ouest. Le sol est sablonneux et très léger. D'après une analyse faite à Grignon, par M. Crochetelle, au laboratoire de M. Dehérain, voici quelle était, au moment de l'organisation de la station, la composition moyenne de ce sol.

Composition physique :

	p. 100.
Sable grossier	77
Calcaire	0.8
Sable fin	20.0
Argile	1.0
Humus et matière organique	1.20

Composition chimique :

	p. 100.
Azote	0.5
Acide phosphorique	0.15

Comme on le voit par ces chiffres, cette terre est particulièrement pauvre en calcaire, en azote et en acide phosphorique. Le sous-sol, de même nature sablonneuse, a une grande épaisseur, 8 à 12 mètres; au-dessous se trouve la nappe aquifère reposant sur les argiles vertes de Chenevière, puis le calcaire grossier. Ce terrain, très chaud, se dessèche rapidement, ce qui expose les cultures à souffrir des sécheresses pendant l'été; mais il convient admirablement pour la culture des primeurs : petits pois, asperges, haricots en vert, pommes de terre, etc.; aussi ces terrains ont-ils une grande valeur, 4,000 à 6,000 francs l'hectare, suivant qu'ils sont nus ou plantés d'arbres fruitiers; leur valeur locative varie de 130 à 175 francs l'hectare. Parmi les arbres fruitiers, citons comme réussissant particulièrement bien, les cerisiers, les pruniers et les poiriers, sur les parties un peu fraîches. La pêche y mûrit en plein champ. L'asperge trouve là un milieu particulièrement favorable à sa culture, et les asperges de Neauphle jouissent, sur les marchés de Versailles et de Paris, d'une réputation méritée. Les petits vignobles sont aussi communs dans le pays. En un mot, la localité jouit d'un climat privilégié sous le rapport de la température, surtout au printemps, en été et en automne, car les hivers y sont relativement rigoureux.

III. — Conditions météorologiques de la station.

L'étude du climat présentant un intérêt particulier, j'ai organisé dès 1892, un service d'observations météorologiques, comprenant un relevé de la température, la mesure de l'intensité lumineuse, la mesure de la quantité d'eau tombée; j'ai noté, en outre, les principales phases de la végétation des différents cépages cultivés.

Température. — Les observations thermométriques, faites avec des instruments précis, comprennent le relevé de la température à l'air libre, en pleine vigne, à l'abri, à l'espalier, et dans le sol à $0^m,30$ et $0^m,50$ de profondeur. Les résultats fournis par la température à l'air libre sont particulièrement intéressants. La vigne, en effet, dans la réalité, se trouvant sans abri ni contre le froid ni contre les rayons solaires, les observations faites à l'ombre ne peuvent que donner des indications fausses sur les variations de température que cette plante subit. C'est ainsi, par exemple, que le thermomètre à l'ombre marquant encore plusieurs degrés au-dessus de zéro, on constatera que la vigne a subi une gelée désastreuse. De même, le soleil ne frappe-t-il pas en plein le vignoble, et chaque partie de la plante n'en éprouve-t-elle pas les effets suivant son pouvoir absorbant des rayons calorifiques? La température à l'ombre, au contraire, ne peut donner la mesure des forces agissantes sur la végétation.

Cependant, j'ai aussi, à titre de comparaison, organisé une observation à l'abri et, contrairement à ce que l'on aurait pu croire, les résultats n'ont pas été très différents de ceux à découvert.

Les observations installées pour mesurer la température à un espalier exposé en plein sud et haut de $2^m,50$, donnent la différence entre cette situation et les deux autres, tant sous le rapport de la somme de chaleur que de l'époque des phases de la végétation de la vigne.

Depuis 1895, des thermomètres de précision coudés, fabriqués par la maison Alvergnat, ont été installés pour mesurer la température du sol à $0^m,30$ de profondeur et à $0^m,50$; les indications de ces instruments servent à marquer la relation entre la température du sol et les phénomènes de la végétation.

Pluie. — La quantité de pluie tombée est mesurée au moyen d'un pluviomètre ordinaire comprenant un entonnoir à surface connue (4 décimètres carrés) et une éprouvette graduée; après chaque pluie le résultat est relevé.

Intensité lumineuse. — Les progrès de la végétation sont liés, comme on le sait, non seulement à la chaleur, à l'humidité, à la nature et à l'abondance des matières fertilisantes mises à la disposition des plantes, mais aussi à la quantité de lumière qu'elles reçoivent. Or, dans l'état actuel de la science météorologique, il n'existe pas, paraît-il, de moyens à la fois exacts et pratiques de mesurer l'intensité lumineuse. Cependant, comme je veux surtout des résultats comparables ou relatifs, j'ai adopté, comme actinomètre, l'appareil bien connu dit *à alcool*, qui a le grand mérite d'être très simple. Il se

compose d'une double sphère en verre : l'intérieure noircie renferme de l'alcool, l'extérieure claire, est séparée de quelques millimètres; l'intérieure communique avec un tube gradué en dixième de centimètres cubes avec graduation commençant vers la pointe. Lorsque le soleil frappe l'appareil, suspendu dans l'air, les rayons calorifiques sont concentrés sur la sphère intérieure et vaporisent une certaine quantité d'alcool qui va se condenser dans le tube, quantité qui sera d'autant plus grande que le soleil se sera montré plus longtemps et que ses rayons seront plus ardents. Après avoir lu le nombre de centimètres cubes d'alcool distillés, on fait rentrer l'alcool dans la boule en soulevant le tube, et l'appareil est disposé pour servir de nouveau. Comme l'alcool ne distille que si le soleil se montre, on aura, par le relevé des centimètres cubes d'alcool trouvés dans le tube, des résultats parfaitement comparables, et, les centimètres considérés comme des unités, donneront la moyenne relative de l'intensité lumineuse des mois et de l'année.

Nous avons fait partir notre année météorologique du 1er décembre pour finir au 30 novembre suivant, ce qui permet une division plus logique de l'année en saisons, qu'en adoptant le 1er janvier qui ne correspond à rien de scientifique.

Voici résumé dans les tableaux suivants (pages 224 à 231) le relevé de nos six années d'observation.

IV. — Cépages cultivés a la station.

En créant la station, j'ai surtout voulu réunir, comme moyen d'étude et d'observation, le plus grand nombre possible de cépages. Actuellement, ce nombre dépasse une centaine, appartenant pour la plupart aux variétés précoces, ou du Nord, car pour ceux du Midi une difficulté se présentait, il fallait éviter d'introduire le phylloxera. Mes plants ont été surtout tirés de chez M. Millot, pépiniériste dans les Vosges, qui possède une belle collection, puis du Muséum et çà et là du pays.

1° Raisins précoces.

Agostenga . . . . Italie.
Lignan blanc. . . . . Italie.
Gamay hâtif des Vosges . . . . Millot.
Ischia, Pinot sélectionné.
Pinot Pomier issu d'un semis d'Ischia. . . . . France.
Madeleine angevine. Semis de Moreau Robert d'Angers.
— *de Jacques*. Issue de semis.
— *royale*. Semis de Robert d'Angers.
— *violette*. Variation du Pinot de Bourgogne.
Muscat Lierval. Semis de M. Vibert d'Angers.
Précoce de Malingre. . . . . France.

Année 1892.

TITRE DES OBSERVATIONS	Décembre 1891.	Janvier 1892.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	TOTAL Moyenne	TOTAL Somme.
Température à découvert:														
Moyenne minima.	2.03	—0.60	0.10	0.80	4.10	7.60	11.30	11.10	12.80	9.80	6.60	6.50	6.02	»
Moyenne maxima.	8.21	4.70	7.30	10.8	17.90	25.30	24.20	25.70	25.50	22.20	13.80	11.90	16.46	»
Moyenne générale	5	2.05	3.70	5.80	11	16.45	17.75	18.40	19.15	16	10.20	9.20	11.25	»
Jours de gelée	13	17	11	15	5	5	0	0	0	0	2	0	»	68
Pluie:														
Nombre de jours.	10	3	13	8	11	2	9	10	7	10	18	14	»	115
Eau tombée	55.40	7.50	37.70	20	28	4	27.50	44	51.3	10.5	77.5	30.2	»	393.1
Pluie maxima	12	1.8	7	10	5	2.3	7.3	9	24	12	48	8.5	»	»
Somme de chaleur à découvert . . .	158.7	43.4	121.8	179.8	333	509.9	532.5	570.4	593.6	480	316.2	285.2	»	4124.5

Observations. — Ce qui caractérise cette année, c'est la longue période de sécheresse du mois d'avril au mois d'août. Cette année est aussi remarquable par la précocité de maturité des fruits. Dès le commencement d'août, des raisins de Madeleine violette étaient mûrs. La vendange a eu lieu, dans le pays, vers le 20 septembre, soit environ dix à douze jours plus tôt que dans les années ordinaires.

ANNÉE 1893.

TITRE DES OBSERVATIONS	Décembre.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	TOTAL Moyenne	TOTAL Somme.
Température à découvert :														
Moyenne minima.	—0.66	—8.20	—0.20	3.7	4.3	7	9.4	10	10.65	7.65	5.16	»	4.06	»
Moyenne maxima.	5.58	—2	9	11	24.2	23.8	289	28	28.4	22.6	16.75	9	17.3	»
Moyenne générale	2.47	—5.10	4.4	7.35	14.26	15.4	19.13	19	19.53	15.13	11	4.5	10.7	»
Jours de gelée	14	24	4	10	3	»	»	»	»	»	4	12	»	80
Pluie :														
Nombre de jours.	2	neige	18	5	1	7	9	13	6	10	10	10	»	101
Eau tombée	4.5	—	27	9.5	1.8	30.6	70.4	98.3	30.8	46.5	86.9	57.3	»	463.5
Pluie maxima.	1.5	1.8	»	»	»	15.8	36.5	26.5	9.5	14	24	21	»	»
Neige : Jours.	»	4	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Actinomètres : cent^{cc} d'alcool distillés.	?	?	?	?	296	196.5	186.4	209.4	234.7	146	92	20.5	»	?
Somme de chaleur à découvert	76.6	158.1	123.2	228	426	478	574	590	605.4	454	340	136	»	4034

Observations. — Cette année est caractérisée par les grands froids persistants de la fin de décembre aux premiers jours de février, période pendant laquelle nous avons eu des températures de — 14 degrés à — 19 degrés avec 10 centimètres de neige. Le printemps a été très sec, presque sans pluie. Les mois de février, mars, avril et mai ont été doux et très beaux, aussi la végétation a-t-elle été très précoce. Les pruniers, cerisiers, amandiers, abricotiers, pêchers étaient en fleurs à la fin de mars et les poiriers dans les premiers jours d'avril. La vigne débourrait à la même date, celle en espalier était en fleurs le 8 mai et celle de plein champ au commencement de juin. Le 8 juillet la madeleine violette arrivait à maturité et, le 12, le chasselas situé à l'espalier sud. Au 15 août, le chasselas de plein champ était mûr. On faisait la vendange le 27 août, dans le pays, soit environ 1 mois plutôt que la moyenne, ce qui est tout à fait extraordinaire. Signalons encore comme un fait établissant la précocité exceptionnelle de cette année la maturité des cerises anglaises au 13 mai, ce qui n'arrive habituellement que dans la première quinzaine de juin. La journée la plus froide de l'année a été le 18 janvier avec — 19 degrés, et la plus chaude le 13 août avec + 37°5.

ANNÉE 1894.

TITRE DES OBSERVATIONS	Décembre.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	TOTAL Moyenne	TOTAL Somme.
Température à découvert :														
Moyenne minima	—1.95	—1.60	—0.93	1.22	5.34	4.38	10.08	10.20	10.56	7.53	3.26	3.18	4.40	»
Moyenne maxima	6.19	6.35	8.85	14.90	21.33	20.22	25.12	28.4	25.73	23.34	18	10.85	17.44	»
Moyenne générale	2.12	2.37	3.96	8.05	13.33	12.3	18.1	19.8	18.18	15.43	10.63	7.01	10.92	»
Jours de gelée	22	16	12	7	»	»	»	»	»	»	4	9	»	70
Température à l'abri :														
Moyenne minima	0.30	—1.40	0.8	2.58	6.65	7.8	11.57	13.36	13.48	10.1	8.04	5.70	6.58	»
Moyenne maxima	6.2	4.5	8.2	12	14.16	20	24.9	27.25	25.58	22.56	17.34	12.63	16.27	»
Moyenne générale	3.22	1.5	4.5	7.3	10.4	13.9	18.23	20.3	19.53	16.33	12.7	8.9	11.60	»
Pluie :														
Nombre de jours	5	5	2	4	8	10	12	12	13	12	11	7	»	101
Eau tombée	26.1	37.2	8.8	22.25	9.70	25.07	55.17	62.5	49	94.3	29	23.8	»	443
Pluie maxima	14	27.8	6.2	6.75	3.6	7.62	12	17	16.5	25	6	11.25	»	»
Neige :														
Jours	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2
Actinomètre : cent^cc d'alcool distillés	13.3	17.7	18.6	89.7	179.1	193.9	234	270.1	196.6	179.4	78.6	35.7	»	1533
Somme de chaleur à découvert	65.7	73.5	100.8	249.5	399.4	381.3	543	613.8	563.6	463	329.6	210	»	3993.2

Observations générales. — L'année a été à peu près normale, sauf que le printemps a été relativement sec. La vigne a commencé à débourrer vers le 1er avril et a fleuri vers le 20 juin. Les madeleines angevine et violette étaient mûres vers le 31 août et le chasselas de pleine terre le 25 septembre ; la vendange a eu lieu le 3 octobre.

ANNÉE 1895.

TITRE DES OBSERVATIONS	Décembre.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	TOTAL Moyenne	TOTAL Somme.
Température à découvert :														
Moyenne minima.	—1.20	—4.31	—10.13	0.25	4.12	6.5	8.78	9.94	10.22	8.86	3.87	4.75	3.67	»
Moyenne maxima.	7.98	3.75	2.85	11.12	18.86	23.28	28.22	28.90	28.95	38.8	18.25	14.49	18.35	»
Moyenne générale.	4.56	—0.28	—3.64	5.68	11.46	15.19	18.50	19.42	19.58	21.33	11.60	9.27	11.01	»
Jours de gelée	11	25	28	16	2	»	»	»	»	»	12	5	»	99
Température à l'abri :														
Moyenne minima.	3.84	—2.60	—7.41	3.50	6.55	9.03	11.34	11.82	12.58	11.33	6.24	7.26	6.66	»
Moyenne maxima.	7.98	4.35	2.82	11.48	19.66	23.22	27.3	27.60	28.83	32.78	17.7	14.54	18.18	»
Moyenne générale.	6.17	0.87	—2.30	7.49	13.10	16.12	19 32	19.70	20.45	22.05	16.97	10.90	12.57	»
Jours de gelée	3	17	26	9	»	»	»	»	»	»	3	»	»	55
Température à l'espalier :														
Moyenne minima.	»	»	»	»	5.35	8.88	11.68	12.95	13.94	13.4	6	5.73	»	»
Moyenne maxima	»	»	»	»	28.33	34.10	38.04	30.78	35.36	46.64	31.48	21.06	»	»
Moyenne générale	»	»	»	»	16.84	21.49	24.80	21.87	24.65	30.02	18.72	13.30	»	»
Pluie :														
Nombre de jours	12	9	»	8	10	6	6	8	14	»	9	7	»	89
Eau tombée	41.85	44	»	21.25	33	32.50	38.5	58	27.45	»	58.35	53.5	»	408.4
Pluies maxima	2.30	14	»	6	6.75	7.75	19	15.70	7.50	»	25	13	»	»
Neige : Nombre de jours	2	6	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	8
Actinomètre : cent^{ce} d'alcool distillés.	12.5	11.13	57 3	53.3	144	272	317.4	281.8	312.2	344.6	130.6	36.7	»	1974
Somme de chaleur à découvert . . .	141.4	—8.7	—102	175.5	343.8	471	555	602	607	617.7	359.6	278.1	»	4150

Observations générales. — Cette année de 1895 a été remarquable d'abord par les grands froids de janvier, février et de mars, qui n'ont pour ainsi dire pas discontinué jusqu'au 19 mars, soit pendant soixante-dix-huit jours. La température la plus basse a été de — 20 degrés (le 28 janvier) et pendant toute la première quinzaine de février on a relevé des minima de — 11 à — 19°,50. Le mois de février a été *absolument sans pluie* et tout le printemps très peu pluvieux. La deuxième moitié d'août et tout le mois de septembre ont été ensuite exceptionnellement chauds ; 25 fois dans ces six semaines le thermomètre a dépassé à l'abri 32 degrés, 15 fois 36 degrés et a même atteint 41 degrés le 7 septembre. Aussi la moyenne mensuelle de ce dernier mois a-t-elle de beaucoup dépassé la moyenne ordinaire (21,33 contre 15) et même celle de juillet et d'août. Au soleil ou à l'air libre on a relevé des températures de 45 degrés qui ont grillé les grappes qui n'étaient pas assez abritées par les feuilles. A l'espalier, le thermomètre à maxima a atteint plusieurs fois 52 à 53 degrés et même 55 degrés, aussi un assez grand nombre de grappes ont-elles été fortement grillées, comme cuites.

Les grands froids du commencement de l'année ont causé des dégâts sensibles ; dans les vignobles de la région, beaucoup de souches et de treilles ont été tout à fait détruites surtout dans les situations basses, et le nombre des bourgeons détruits a été encore plus considérable. Les cépages qui ont le plus souffert ont été : le Portugais bleu, le Teinturier du centre et les vieux pieds de Chasselas. Dans le courant de l'année, à la suite de ces froids, plusieurs cas de maladie du *Broussin* se sont montrés sur le Portugais bleu, ce qui serait une nouvelle preuve de l'origine frigorifique de cette altération.

En raison de ces grands froids, le départ de la végétation a été tardif : la vigne n'a commencé à débourrer que vers le 21 avril, elle était en fleurs vers le 15 juin. Les premiers cépages mûrissaient vers le 15 août, et l'on vendangeait du 15 au 25 septembre dans la localité.

ANNÉE 1896.

TITRE DES OBSERVATIONS	Décembre.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	TOTAL Moyenne	Somme.
Température à découvert :														
Moyenne minima.	2.26	—0.07	—1.72	3.72	3.13	4.56	9.44	11.50	8.61	9	3.10	—1.20	4.62	»
Moyenne maxima.	9.33	6.62	6.94	14.14	17.27	23.3	27.53	30.85	27.34	25.75	20.03	14.46	18.63	»
Moyenne générale	5.80	3.27	2.61	8.93	10.20	13.93	18.48	21.17	17.97	17.37	11.56	6.63	11.62	»
Jours de gelée	10	14	20	5	3	1	»	»	»	»	3	14	»	70
Température à l'abri :														
Moyenne minima.	4.30	2.40	2.15	5.66	4.22	7.24	9.50	12.84	11.56	11.42	6.67	2.28	6.69	»
Moyenne maxima.	9.77	5.33	9.7	15.74	18.30	25.64	29.60	32.95	28.11	21.78	14.67	9.38	18.41	»
Moyenne générale	7.03	3.86	5.87	10.7	11.26	16.44	19.55	22.90	19.83	16.60	10.67	5.83	12.55	»
Jours de gélée	1	7	9	»	»	»	»	»	»	»	»	6	»	23
Température à l'espalier :														
Moyenne minima.	2.64	1.42	—0.95	3.45	4.39	6.93	12.07	13.69	11.40	10.89	5.07	0.26	6.02	»
Moyenne maxima.	14.24	9.40	16	20.8	24.62	31.40	32.36	31.50	28.87	26.30	23.07	15.68	22.85	»
Moyenne générale	8.44	5.41	7.52	12.12	14.50	19.17	22.22	22.55	20.13	18.59	14.07	7.97	14.44	»
Jours de gelée	9	13	16	3	2	»	»	»	»	»	»	14	»	59
Pluie :														
Nombre de jours	10	5	2	12	8	3	11	9	7	16	22	10	»	115
Eau tombée	49.35	31	5.50	52	16.75	4.50	91.7	40.75	43.95	125	165.5	72.25	»	699
Pluie maxima.	10.25	8.50	3	9	5.75	2	23.75	9.50	10	28	38	26.5	»	»
Neige : Nombre de jours	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Actinomètre : Cent^cc d'alcool distillés.	13.95	5.30	41.9	66	111.2	224.3	257.3	326.8	213	127	50.5	218	»	1458
Somme de chaleur à découvert	174	101.3	67	276.8	306	432	554	656	557	521	358	199	»	4202

Observations générales. — L'année 1896 s'est fait remarquer par la douceur exceptionnelle de l'hiver; non seulement il y a eu moins de jours de gelée, 70 au lieu de 87 qui est la moyenne, mais encore la température la plus basse n'a pas dépassé — 8 degrés (11 janvier et 25 février); aussi la moyenne de la température a-t-elle été de plus de 1 degré au-dessus de la normale. Par contre, l'année a été très humide : il y a eu 115 jours de pluie contre 103, chiffre moyen, qui ont donné environ 700 millimètres d'eau contre 432 qui est la moyenne des 5 années d'avant; les mois de septembre, octobre et novembre se sont surtout distingués sous ce rapport; des pluies sans discontinuer de 28 et même de 38 millimètres ont été constatées. La végétation a été en retard sur la normale et le raisin a fort mal mûri, il pourrissait d'ailleurs au fur et a mesure qu'il arrivait à maturité. Cependant la somme de chaleur de l'année a été supérieure à la moyenne, mais l'intensité lumineuse a été sensiblement plus faible, ce qui peut expliquer, jusqu'à un certain point, la mauvaise maturation des raisins. Aussi la récolte qui s'annonçait comme devant être fort belle, n'a pas répondu, en raison des pluies, à l'attente du viticulteur. Les autres fruits n'ont pas été abondants; les fleurs et les jeunes fruits, surtout les poires et les pommes, ayant été détruits par les *phaleines hyemales*, particulièrement nombreuses, et dont l'accouplement avait été favorisé par l'automne de 1895.

TITRE DES OBSERVATIONS	Décembre.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	TOTAL	
													Moyenne	Somme.
Température à découvert :														
Moyenne minima	0.04	—1.3	3	3.68	3.19	4.75	10	11.65	11.48	7.7	3.58	0.30	4.80	»
Moyenne maxima	10.61	10.76	12.7	16.1	16.63	21.45	27.8	30	28.9	24.72	20.36	14.50	19.54	»
Moyenne du mois	5.32	4.73	7.85	9.84	9.91	13.10	19	20.8	20.2	16.20	12	7.50	12.17	»
Jours de gelée	17	21	5	3	5	6	»	»	»	1	5	14	»	77
Température à l'abri :														
Moyenne minima	2.51	2.5	5.2	6	6	7.5	13.25	13.9	13.75	11.04	6.2	2.81	7.64	»
Moyenne maxima	6.78	6.72	13.5	18.2	21.1	24.8	32.7	31.6	31.3	23.7	23	17.97	20.94	»
Moyenne du mois	4.64	4.61	9.3	12.08	13.52	16.15	23	22.74	22.5	17.4	14.55	10.38	14.30	»
Jours de gelée	5	7	1	1	»	»	»	»	»	»	2	7	»	23
Température à l'espalier :														
Moyenne minima	3.74	—0.46	3.56	4.25	4.6	6.45	13.46	14.9	13.62	9.9	5.5	1.10	6.70	»
Moyenne maxima	10.10	10.73	18.16	22	22.5	29.17	22.90	29.2	28.6	23.2	24.3	21.50	19.94	»
Moyenne du mois	5.42	5.15	10.86	13.12	13.5	17.8	18.18	22	21	16.55	14.9	11.30	13.32	»
Jours de gelée	11	15	4	3	3	1	»	»	»	»	2	13	»	52
Température du sol :														
Moyenne à 0m,30	3.6	3.7	6.22	8.42	10.13	13.65	19	20.4	17.7	14.8	11.46	7.39	11.34	»
Moyenne à 0m,50	?	4.1	6.12	7.58	8.90	14	17.9	18.76	18.1	14.8	11.90	8.3	11.20	»
Pluie :														
Nombre de jours	17	9	11	14	11	15	12	7	15	10	4	5	»	130
Eau tombée	75.75	31.75	53.40	46	52.2	49	53.5	23.55	83	48.6	7.75	15	»	520
Pluie maxima	14.5	11.50	10.25	10	9.5	8	13	10.5	26	21	3	9	»	»
Neige : Nombre de jours	»	6	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Actinomètre : Cent.cc d'alcool distillés	4.6	10.4	35	80	119	142.2	248	204	175	126.2	102	41.5	»	1564
Somme de chaleur à découvert	165	147	220	305	297	409	568	649	625	486.3	411	225	»	4507

Observations générales. — L'année météorologique 1897 s'est fait remarquer par la douceur exceptionnelle de son hiver ; la moyenne des 3 mois, décembre, janvier et février a été de 5°,96 contre 1°,86, dépassant ainsi de 4°,10 la moyenne ordinaire. La plus basse température n'a pas dépassé — 8°,5. Par contre, la quantité de pluie a été beaucoup plus considérable : 161 millimètres contre 72 en 37 jours, contre 23 qui est la moyenne. — Le printemps (mars, avril, mai) a été cependant assez froid : la moyenne de la température n'a pas dépassé 7°,61 contre 11,15, qui est la moyenne ordinaire. Mais ce qui a été fort grave, ce sont les gelées tardives, très fortes, qui ont eu lieu les 12, 13, 14 et 15 mai, où le thermomètre à découvert est descendu à — 2°,5 et même à — 3°,5, qui ont causé un véritable désastre à la plupart des cultures, surtout à la vigne, aux haricots et aux pommes de terre. La première de ces cultures a particulièrement souffert, car elle a été atteinte au moment où les grappes, toutes sorties, étaient encore situées près de l'extrémité tendre et gelable des pousses, c'est-à-dire à un moment où le mal devait être le plus grand possible. Les 3 mois de printemps ont été aussi très pluvieux : on a relevé 148 millimètres d'eau en 40 fois, contre 60 millimètres en 20 jours, qui sont les chiffres de la moyenne. L'été (juin, juillet et août) a été plus chaud que la moyenne : 20 degrés contre 18,93, mais aussi plus humide : 160 millimètres en 34 jours, contre 150 en 30 jours. Cet excédent de pluie provient surtout du mois d'août, pendant lequel il est tombé 83 millimètres en 15 fois, contre 40 en 10 fois, suivant la moyenne. Cette grande humidité de l'été a favorisé, d'une manière particulière, le développement des maladies cryptogamiques. L'Oïdium et le Mildiou, n'ont pu être combattus qu'au moyen de trois soufrages et d'autant de sulfatages. La première apparition du Mildiou a été constatée le 15 juin sur des vignes de Chypre, et l'Oïdium au commencement de juillet. Le Mildiou des grappes a été aussi, cette année, abondant. La grande humidité du mois d'août a été très nuisible à la bonne maturation des raisins qui pourrissaient pour ainsi dire, comme en 1896, au fur et à mesure de la maturité. Les prunes, les pommes et les poires ont été peu abondantes. Les gelées et surtout les pluies fréquentes d'avril ont amené la coulure de ces fruits. En somme, mauvaise année pour toutes les cultures.

Moyenne des phénomènes météorologiques de la Station 1892-1897.

TITRE DES OBSERVATIONS	Décembre.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	TOTAL Moyenne	TOTAL Somme.
Température à découvert :														
Moyenne minima	0.52	—2.68	—1.61	2.23	4.03	5.8	9.3	10.86	10.30	8.15	3.80	1.65	4.36	»
Moyenne maxima	7.94	5.1	8.06	13.47	19.66	22.4	27.5	29.23	27.86	26	18.68	12.86	18.21	»
Moyenne du mois	4.23	1.21	3 21	7.85	11.85	13.74	18.4	20.04	19.08	17.07	11.24	7.56	11.30	»
Jours de gelée	15	20	14	8	3	2	»	»	»	»	6	10	»	78
Température à l'abri :														
Moyenne minima	2.74	0.22	0.18	4.20	5.85	7.9	11.4	13	12.84	11	6.75	2.80	6.57	»
Moyenne maxima	7.68	5 20	8.55	14.35	18.30	23.44	28.62	29.82	28.45	25.23	18.18	17.97	18.81	»
Moyenne du mois	5.21	2.72	4.35	9.18	12.07	15.67	20	21.40	20.14	18.10	12.46	10.38	12 69	»
Jours de gelée	3	10	12	3	»	»	»	»	»	»	2	4	»	34
Température à l'espalier :														
Moyenne minima	3.24	0.48	1.30	3.85	4.78	7.42	12.40	13.80	13.40	11.4	5.32	1.10	6.7	»
Moyenne maxima	12.17	6.70	11.40	21.40	25.15	31.55	31.10	30.47	30.94	32	26.28	21.50	23.38	»
Moyenne du mois	7.68	3.40	6.35	12.60	14.96	19.48	21.75	22.13	22.17	21.7	15.80	11.30	15.04	»
Jours de gelée	10	14	10	3	2	1	»	»	»	»	1	13	»	54
Température du sol :														
A 0m,30 de profondeur	3.6	3.7	6.22	8.42	10.13	13.65	19	20.4	17.7	14.8	11.46	7.39	11.34	»
A 0m,50 de profondeur	4	4.1	6.12	7.58	8 90	14	17.9	18.76	18.1	14.8	11.90	8.30	11.20	»
Pluie et neige :														
Nombre de jours	9	17	7	9	8	8	10	9	11	12	11	9	»	110
Hauteur tombée	39.50	36	19	17.35	25	29	50	56.6	50	63	68.5	38.3	»	492
Pluies maxima	14.50	27.8	10.25	10	9.5	7.75	36.5	26.5	26	28	38	9	»	»
Actinomètre : Centimètres cubes	24.2	11.2	38.2	72.2	138.3	223.1	268.4	270	228	194	90.4	34	»	1592
Somme de chaleur :														
A découvert	130	85.7	83.3	225.8	351	447	554.4	613	592	503	332	222	»	1164
A l'abri	161.5	84.3	121.8	284.5	362	485	600	663	624	543	391	311	»	4631
A l'espalier	238	105.4	177.8	390.6	448.8	603.8	652	686	687	651	490	334	»	5464

Il ressort de ce tableau, résumant six années d'observations, que la température moyenne à découvert a été de 11°,3 avec des extrêmes de — 21 (le 28 janvier 1895) et + 41°,27 (le 7 septembre 1895) avec une somme de chaleur moyenne de 4,164 degrés. A l'abri, la moyenne annuelle a été de 12°,7 avec des extrêmes qui ont varié de — 18 à + 41 (janvier et septembre 1895), donnant une somme de chaleur de 4,631 degrés. A l'espalier, exposition au midi, une moyenne de 15 degrés avec des extrêmes de — 19 degrés (1895) et + 55 (septembre 1895) et une somme de chaleur de 5,464 degrés.

Par saison, la température se répartit ainsi à découvert :

Hiver (décembre, janvier, février)	5°,96
Printemps (mars, avril, mai)	10°,93
Eté (juin, juillet, août)	20°,0
Automne (septembre, octobre, novembre)	11°,9

Le nombre de jours de gelée est, dans l'année moyenne, de 78 à découvert, 54 à l'espalier et 34 seulement à l'abri.

Les extrêmes à découvert ont été de 68 (1892) et 99 (1895).

La température du sol (pour une année seulement, 1897), d'abord plus basse à 0m,30 qu'à 0m,50, à partir d'octobre jusqu'à janvier inclus, à peu près égale en février, elle reste ensuite supérieure jusqu'en août pour égaler de nouveau en septembre celle à 0m,50; finalement les deux températures aboutissent à la même moyenne ou à peu près, 11°,34 et 11°,2; mais ce qui est très curieux, c'est que ces moyennes sont aussi à peu près égales à celle de la situation à découvert, qui est de 11°.30.

La quantité de pluie qui tombe annuellement à la Station est en moyenne, pour les six années d'observations, de 492 millimètres avec les extrêmes de 393 (1892) et 699 (1896) répartis en 110 jours de pluie en moyenne, 89 (1895) et 136 (1897) comme extrême. Les plus fortes pluies constatées ont été de 38, 28 et 26 millimètres (octobre 1896).

Ces résultats comparés avec ceux obtenus à l'observatoire de la ville de Neauphle, située à 165 mètres d'altitude, tandis que la Station n'est qu'à 112, laissent une moyenne de température de plus de 1 degré (1°,14) en faveur de celle de la Station, ce qui d'ailleurs est confirmé par le retard constaté dans la maturité des mêmes cépages sur le plateau de Neauphle.

Si enfin nous comparons nos chiffres avec ceux de l'observatoire de Montsouris, situé à 38 mètres d'altitude, nous voyons que la température moyenne à découvert est plus élevée qu'à Neauphle, 13,84 contre 11,30 par contre la moyenne à l'abri est plus élevée à Neauphle, 12,69 contre 10,64, ce qui peut s'expliquer par l'altitude de Montsouris, qui est à 74 mètres plus bas et exposé au nord-est, tandis que la Station est à l'ouest. Le nombre de jours de gelée est à peu près le même. La quantité de pluie qui tombe à Montsouris est un peu plus élevée qu'à Neauphle, 560 millimètres en 209 jours contre 492 en 110 jours.— L'intensité lumineuse est en moyenne de 1.592 unités de l'instrument que nous employons avec des extrêmes de 1,458 (en 1896) et 1,974 (en 1895).

D'après nos six années d'observations, le climat de la Station est d'ailleurs comme le climat parisien, essentiellement tempéré; les hivers y sont rarement très froids. Les jours de gelée sont rares à partir du 1er mai; 1897 est certainement une exception et ces gelées ne réapparaissent guère avant le 15 octobre, ce qui permet à un grand nombre de cultures d'y accomplir leurs phases de végétation. Les étés y sont relativement chauds, quoique toujours tempérés.

Au point de vue de la bonne végétation, les pluies sont bien réparties :

Hiver	95 millimètres.
Printemps	71 —
Eté	156 —
Automne	169 —

Les plus grandes quantités en été et en automne font que les cultures souffrent rarement de la sécheresse, malgré la nature siliceuse du sol. Ajoutons que les orages à grêle sont très rares dans le pays. Ces conditions sont particulièrement favorables à la vigne et permettent à un grand nombre de cépages d'y mûrir. D'abord tous ceux dits *précoces*, puis ceux de la *première époque* de Pulliat et généralement ceux aussi appartenant à la *deuxième époque*.

Quant à la somme de chaleur et de lumière disponible, en nous basant sur la date où la vigne commence à entrer en végétation (1er avril) et celle où sa végétation s'arrête, en octobre, nous trouvons :

	SOMME	
	de chaleur.	de lumière.
	—	—
	Degrés.	Unités.
Avril	355	138
Mai	426	223
Juin	552	268
Juillet	620	270
Août	511	228
Septembre	512	194
Octobre, 10 jours	126	29
Totaux	3.402	1.350

A l'espalier, où la végétation commence vers le 22 mars pour finir à la fin d'octobre, pour la même quantité de lumière on a, comme somme de chaleur disponible :

	degrés.
Mars, à partir du 22	90
Avril	448
Mai	604
Juin	352
Juillet	686
Août	697
Septembre	651
Octobre	490
Total	4.308

ce qui permet la maturité des raisins de troisième époque.

La question climatérique étant exposée, nous allons passer à la création du vignoble et des collections et aux observations que nous avons faites pendant six années écoulées.

2° Raisins de première époque de maturité.

Alicante Bouschet. Semis de M. Bouschet, de Montpellier.	
Aubin doré	Lorraine.
— *vert*	Id.
Aligoté	Côte-d'Or.
Bellino	Italie.
Chasselas doré de Fontainebleau	France.
— *gros coulard*	France.
— *à feuilles laciniées*	des jardins.
— *rose de Falloux*	Touraine.
— *violet*	Afrique.
Chardenay ou *Pinot blanc*	Bourgogne.
Corbeau	Savoie.
Cot rouge ou *Malbeck*	S.-O. de la France.
Dolcetto	Italie.
Gamay blanc feuilles rondes	Bourgogne.
— *d'Orléans*	France centrale.
— *petit* ou *G. Nicolas. G. Picard*	Beaujolais.
— *Teinturier Fréau*	Bourgogne.
— — *Castille*	—
Limberger	Lorraine.
Malvoisie rose du Pô	Piémont.
Meunier ou *Pinot Meunier*	Rég. de Paris.
Milton. Semis de Moreau Robert d'Angers.	
Meslier doré	Gâtinais.
— *vert*	—
Muscat noir ou *d'Eisenstad*	Jardins de France.
— *précoce du Puy-de-Dôme*	Auvergne.
— *de Frontignan* ou *Muscat blanc*	Europe.
— *rouge*	Portugal.
— *Saint-Laurent*. Semis de M. Vibert d'Angers.	
Petit Bouschet. Hybride d'*Aramon* et de *Teinturier* obtenu par M. Bouschet.	
Pinot gris ou *Beurot*	Bourgogne.
— *franc noir*	—
— *noirien*	—
— *de Pernant*	—
— *vert noir*	Champagne.
Portugais bleu	Portugal et Autriche
Noir de Montreuil	France.
Sicilien	Italie.
Teinturier du centre	France.

3° Raisins de deuxième époque.

Bicane ou chasselas Napoléon	France.
Blanc de Gaillac	Tarn.

Boudalès ou Cinsault	Midi.
Brun-fourca	Provence.
Bruxelloise. Variété de *Frankenthal* des Serres de	Bruxelles.
Cabernet Sauvignon	Médoc.
Castet	Dordogne.
César ou *Romain*	Yonne.
Chenin blanc	Maine-et-Loire.
— *noir*	—
Durif	Isère.
Enfariné	Jura.
Etraire de la d'Hui	Isère.
Folle blanche	Charente.
Forster white	Serres anglaises.
Frankenthal	Serres.
Général de la Marmora. Semis de M. Vibert d'Angers.	
Grec rouge syn. *Gromier du Cantal*	Midi.
Gris de Salces	—
Merlot	Médoc.
Mondeuse	Savoie.
Muscadelle	Gironde.
Nebbiolo	Italie.
Pulsard	Jura.
Biesling	Rhin.
Roussanne	Drôme.
Sauvignon	Gironde.
Semilion	—
Saint-Pierre de l'Allier	Centre.
Syrah	Vallée du Rhône.
Ulliade	Midi.

4° Raisin de troisième époque.

Aramon	Bas Languedoc.
Clairette blanche	Midi.
Clairette de Nilgard	—
Dodrèlabi ou *Gros Colman*	Caucase.
Grappu de la Dordogne	Périgord.
Grec blanc	Midi.
Grenache noir	Espagne.
Navarre ou *Bouchalès*	S.-O. de la France.
Pandoulot	Dordogne.
Spiran gris	Bas Languedoc.
Spiran noir	—
Ténéron	Vaucluse.

5° Vignes diverses.

Vitis amurensis	Chine.
— *Romanetti*	—
— *Davidii*	—

Vitis Pagnucci	Chine.
— *Coignetiæ*.	Japon.
— *Labrusca*.	Amérique.
— *Riparia* grand glabre	—
— — tomenteux	—
— — fructifère, semis de Grignon	—
— Rupestris	—
— Monticola	—
— Berlandieri	—
Vignes de *Chypre*, semis.	
— de Katchiboury.	Asie-Mineure.

La plupart des cépages américains employés comme porte-greffes se trouvent aussi à la Station.

Le *Meunier*, le *Portugais bleu*, le *Gamay*, le *Chasselas*, le *Meslier*, l'*Aubin*, la *Madeleine angevine* forment le fond du vignoble, tandis que les autres cépages sont seulement en petites quantités ou représentés par quelques pieds.

Dans la localité, comme dans presque tout Seine-et-Oise, les cépages que l'on trouve le plus communément dans les vignobles sont comme raisin rouge, le *Gamay* et le *Meunier* et comme raisin blanc, le *Meslier doré* et le *Meslier vert*. Les *Pinots* qui mûrissent cependant très bien sont rares, ce qui tient à leur faible production.

V. — Création des vignobles du pays.

Dans la contrée, la création du vignoble et sa tenue laissent beaucoup à désirer. Le terrain est rarement défoncé, on plante généralement des marcottes racinées obtenues en couchant les longs bois laissés lors de la taille. La plantation se fait en lignes espacées d'environ $0^m,90$ à 1 mètre en tout sens sur une partie de la superficie seulement et dans l'intérieur de la pièce. A partir de la troisième année, on étendra peu à peu le vignoble sur les côtés par le couchage des plus beaux sarments des derniers rangs qui produisent ainsi l'année même sur leur extrémité restée libre. Cette manière de procéder permet d'utiliser pendant ce temps le terrain par d'autres cultures, mais elle a l'inconvénient de prolonger la création du vignoble. D'autres fois on plante à de plus grands espaces et l'on complète dès qu'on le peut en dédoublant les premiers rangs plantés.

Dans les deux cas, le provignage et le marcottage sont ensuite

pratiqués pour multiplier les souches et remplacer celles qui sont mortes ou usées; de sorte que la disposition régulière des premiers temps disparaît de bonne heure et l'on arrive à 30,000 et plus de pieds par hectare. Cette manière de faire exige une très forte dépense en échalas, 900 à 1,000 fr. par hectare, une main-d'œuvre considérable pour la taille, les attachages, les ébourgeonnements, les épamprages, etc. De plus, cette disposition serrée est peu favorable à la bonne maturation du raisin et favorise, au contraire, particulièrement, les maladies cryptogamiques, *Oïdium* et *Mildiou*, que ce rapprochement des souches empêche de combattre énergiquement. Aussi, dans les années humides, comme 1896 et 1897, la plupart des petits viticulteurs du pays n'ont-ils presque rien récolté.

La taille consiste à laisser à la souche deux ou trois petites cornes avec courson taillé à deux, trois yeux francs. Les *Meuniers* sont traités de même, ainsi que les *Mesliers*, sauf, s'ils sont vigoureux, à laisser un long bois appelé *vinaise*, de six à huit bourgeons ou de 70 à 80 centimètres de long, dont l'extrémité sera, ou bien fichée en terre pour s'enraciner et faire un plant pour l'année suivante, ou bien attachée à l'échalas voisin. Ce long bois est coupé à la taille suivante et remplacé par un autre, traité de de la même manière. Néanmoins, avec ce système routinier et dispendieux de culture, dans les bonnes années, les vignes bien tenues peuvent encore arriver à produire 60 et même 70 hectolitres à l'hectare, mais c'est l'exception; le plus souvent, les vignes de la localité sont sans vigueur, épuisées par des provignages trop réitérés, très sujettes à la coulure et peu productives; on n'en obtient guère en moyenne, que de 25 à 35 hectolitres. Ces faibles rendements ont été une des principales causes de l'abandon de la culture de la vigne dans la contrée. Cependant, ces mêmes cépages (*Gamay*, *Meunier* et *Meslier*) arrivent, sur la côte Triel-Chanteloup et Andrésy, avec le système de culture en ligne et sur fil de fer, à produire couramment 80 à 100 hectolitres et même dans les bonnes années 130 hectolitres à l'hectare.

VI. — Création du vignoble de la Station.

Pénétré des nombreux inconvénients que présente le mode de culture habituellement pratiqué dans le pays, j'ai procédé de la

manière suivante pour créer le petit vignoble d'étude de la Station, qui s'étend sur environ 70 ares.

Le sol a été défoncé à la main à 50 ou 55 centimètres de profondeur, en exigeant la retourne complète de la terre. Je considère cette opération de défoncement comme de première importance pour assurer l'avenir d'un vignoble.

La plantation a été faite en partie avec des plants enracinés et en partie avec de simples boutures. La distance d'écartement a été de 1^{m},20 en tous sens, comme je l'ai dit ci-dessus. J'ai fait la plus large part aux meilleurs cépages du pays, *Meunier* et *Meslier*, puis au *Portugais bleu* et aux *Chasselas*. La *Madeleine angevine* présente aussi une certaine importance.

A la troisième année, ces vignes ont été mises sur fil de fer, système de soutien plus économique et plus avantageux pour les façons culturales que le système de l'échalassage ; il est aussi d'un entretien moindre et se prête mieux à la grande production. Tous les travaux de culture sont donnés à la main ; ils comprennent un labour de fond à la bêche, ou mieux à la houe fourchue, pendant l'hiver et des binages en quantité suffisante pour détruire les mauvaises herbes dans le cours de l'été.

Comme amendement et fumure, le terrain a reçu, la première année, avant la plantation, par hectare : 1,000 kilos de chaux, 800 kilos de scories de déphosphoration du Creusot, dosant de 14 à 18 p. 100 d'acide phosphorique et environ 60,000 kilos, en deux fois, de bon fumier de cheval bien décomposé et renfermant une certaine quantité de déchets de viande fournis par l'équarisseur de Neauphle. Dans l'année qui a suivi la plantation, du nitrate de soude et de la viande desséchée ont été encore répandus sur les parties dont la végétation laissait à désirer.

La forme donnée aux souches est celle en doubles cordons, portant chacun quatre à cinq coursons ; grâce à la faible longueur de ces cordons, environ 60 centimètres de chaque côté de la souche, il sera facile de les maintenir vigoureux. Les sarments des coursons peuvent être taillés plus ou moins longs. Cependant, pour les cépages vigoureux, on a mis quatre fils de fer, ce qui permet de croiser les cordons ; une première série est formée sur le premier fil de fer et la deuxième série sur le deuxième, et, comme de chaque côté ces cordons peuvent s'étendre jusqu'au pied suivant, chacun d'eux peut donc avoir un développement maximum

de 1^m,20. Le premier rang de fil de fer est à 30 centimètres du sol; il est en fil n° 16 et destiné à porter les cordons; le n° 2, destiné à attacher les pousses de l'année est à 30 centimètres au-dessus et en fil n° 14; le troisième devant servir à fixer les pampres, à 30 centimètres au-dessus du n° 2 et en fil n° 12; soit une hauteur totale d'environ 90 centimètres. — Dans le cas de quatre rangs, le dernier est aussi à 30 centimètres du troisième. Les pieux de support sont à 4 ou 5 mètres de distance, suivant qu'il y a trois ou quatre rangs. Les pieux d'extrémité sont maintenus raides et verticalement au moyen d'un fil de fer n° 16, fixé dans la tête du pieu et aboutissant à un piquet en bois, long de 70 à 75 centimètres, enfoncé obliquement.

Prix de revient. — Il est assez difficile, sinon impossible, d'indiquer exactement le prix de revient de la création du vignoble de la Station, car la plupart des dépenses sont enchevêtrées avec celles qui ont été faites pour le nettoyage du sol qui était tout à fait envahi par le chiendent, le défoncement général du terrain, l'achat de fumures, le loyer des terres, la main-d'œuvre, l'entretien, les frais généraux, etc. Mais, nous en connaissons le total qui a atteint, environ, 4,200 francs pour les six années écoulées, défalcation des produits. Ce chiffre est très élevé; mais il est à remarquer que le créateur de la Station est fermier, qu'il paye un loyer annuel d'environ 300 francs pour les terres, que tous les travaux sont faits à bras d'homme et que la culture est très soignée.

En ce qui concerne la mise sur fil de fer, nous avons des chiffres précis s'appliquant à une vigne de 40 ares à rangs espacés de 2^m,40 et d'une longueur variant de 30 à 60 mètres, en moyenne, 40 mètres.

Cette dépense se décompose ainsi pour les 1,600 mètres :

	fr.	c.
Fil de fer galvanisé, n° 16, 1.700 mètres ou 54 kil. à 36 fr. . .	30	»
— — n° 14, 1.700 mètres ou 64 kil. à 39 fr. . .	21	45
— — n° 12, 2.300 mètres ou 70 kil. à 42 fr. . .	29	40
Raidisseurs, n° 2, 100 à 0 fr. 10.	10	»
— n° 3, 65 à 0 fr. 20.	13	50
Clefs pour raidisseurs, à 0 fr. 15 et 0 fr. 25.	»	40
Pieux en châtaignier, 404 de 1^m65 à 0 fr. 20.	80	80
— — de 0^m85 pour arrêt de fil de fer, à 0 fr. 06.	3	»
Crochets de treillageur ou clous à deux pointes, 5 kil. à 0 fr. 06.	3	»
Temps des ouvriers treillageurs, 58 heures	44	»
Total.	235	55

Soit, pour un hectare dans ces conditions d'espacement : 588 francs.

Pour de petites étendues, le prix est proportionnellement plus élevé ; c'est ainsi qu'avec trois rangs de fil de fer, un espacement des lignes de 1^m,20 pour une vigne de 7 ares d'étendue, le prix de revient a atteint presque 1,000 francs par hectare.

Voilà donc le vignoble créé, voyons maintenant les résultats.

VII. — Observations viticoles relevées.

Je ne m'étendrai pas beaucoup sur le côté financier ou matériel, la création du vignoble est encore trop récente pour laisser un bénéfice ; d'ailleurs la Station a été surtout établie dans le but de recueillir des observatiens scientifiques et pratiques utiles à mon enseignement à l'École. Je dirai seulement que dès la quatrième année, en 1896, la récolte atteignait le chiffre de 23 hectolitres de vin, soit, environ, 40 hectolitres par hectare, d'une valeur moyenne de 40 francs, soit 1,600 francs de produit brut, et, en 1897, sans les funestes gelées des 11, 12 et 13 mai, le chiffre de 60 hectolitres par hectare aurait été certainemet atteint tandis qu'il n'a pas dépassé 10. Mais nous voulons surtout résumer ici nos observations sur la taille, la végétation de la vigne, sa floraison, la maturation de ses fruits, la fermentation, la qualité des vins obtenus et les maladies à combattre.

1. *Végétation de la vigne. Taille, pincement, épamprage.* — J'ai dit, plus haut, que la forme donnée aux souches à la Station, était celle d'un double cordon à un étage pour les cépages peu vigoureux et à deux étages pour ceux à grande végétation. Les cépages qui se trouvent particulièrement bien de cette disposition sont : la *Madeleine angevine*, les *Chasselas*, le *Meunier*, les *Pinots* et le *Portugais bleu*. Ils produisent ainsi beaucoup tout en restant vigoureux et peu *coulards*.

Cette taille est ainsi faite : l'extrémité du cordon est rabattue jusqu'au courson le plus vigoureux, toutes les branches grêles ou mal placées sur ce cordon, sont coupées ras ce dernier, tandis que celles bien placées sont taillées à un, deux, trois et même plus d'yeux, suivant la variété et la vigueur.

Certaines vignes même, comme la *Madeleine angevine*, sont

taillées encore à plus long bois que l'on courbe diversement. Ce système présente, d'abord, l'avantage de faire produire aux souches leur rendement maximum; ensuite, comme il existe toujours un certain nombre d'yeux qui ne se développent pas, ils restent en réserve pour remplacer ceux que la gelée détruirait.

Par contre, d'autres cépages ne supportent pas la taille longue. Si on la leur applique, ils ne donnent que des pousses chétives, mûrissent difficilement leurs fruits et meurent bientôt. Les *Gamays* sont de ce nombre, ainsi que le *Savanien jaune*, le *Meslier* et l'*Aubin blanc;* la forme même en cordons ne leur convient pas, car ceux-ci se dégarnissent rapidement; c'est la forme en gobelet qui doit leur être appliquée, avec deux, trois ou quatre bras fructifères et la taille courte de un à trois yeux francs aux sarments. En cas de gelées, ils émettent facilement des branches gourmandes fructifères, surtout les *Gamays*.

Le pincement est pratiqué au moment de la floraison, à au moins quatre feuilles au-dessus de l'inflorescence, puis une deuxième fois un peu après la floraison, lorsque les jeunes raisins ont à peu près la grosseur d'un grain de chènevis, c'est-à-dire vers la fin de juin. Les sarments sont ensuite maintenus par des rognages ou épamprages à 10 centimètres au-dessus du dernier fil de fer, soit environ à 50 et 75 centimètres des raisins, suivant qu'il y a un ou deux étages de cordons. De cette manière, la quantité de pampres enlevés ne nuit en rien à la bonne maturation des fruits, et l'aoûtement des bois pour l'année prochaine se trouve favorisé.

2. *Entrée en végétation.* — Il est assez difficile de fixer pour un même cépage la date précise de son entrée en végétation, le critérium exact faisant ordinairement défaut. Le meilleur que l'on puisse prendre et que tous les auteurs ont adopté, c'est le grossissement des bourgeons, mais il y a là encore une bien grande marge laissée à l'arbitraire, car, en réalité, le travail du grossissement des bourgeons se fait peu à peu, d'une manière invisible, pendant tout l'hiver; le mieux est de prendre le moment où ces bourgeons commencent visiblement à s'allonger et à s'ouvrir. Cette observation faite, nous avons noté les chiffres suivants. De 1893 à 1897, comme date d'entrée en végétation, la température prise étant celle à l'air libre ou sans abri :

					Degrés.
1893, le 24 mars avec une température moyenne de					8
1894,	—	—	—	—	6.74
1895, le 15 avril		—	—	—	8.60
1896,	—	—	—	—	6.34
1897,	—	—	—	—	10.85

Soit une moyenne pour les cinq années de 8°10 et, en comptant huit jours après, une température moyenne de 9°, qui est celle généralement admise par les auteurs ; elle correspond en général au 1er ou 2 avril.

3. *Débourrement.* — Entre le moment où la vigne commence à gonfler ses bourgeons et celui où ils sont franchement épanouis, c'est-à-dire lorsque l'on distingue déjà les jeunes feuilles, nous comptons, en moyenne, huit à dix jours, ce qui porte la date ordinaire du débourrement complet, ou *feuillaison*, environ au 8-10 avril, et, en comptant huit jours avant et huit jours après pour les différents cépages et les causes en jeu, nous trouvons que ce phénomène s'est accompli pour les cinq années ci-dessous de la manière suivante :

					Degrés.
1893,	date moyenne,	1er avril.	Température	moyenne. . .	12.4
1894,	—	—	—	— . . .	13
1895,	—	22 avril.	—	— . . .	12.5
1896,	—	21	—	— . . .	10.5
1897,	—	15	—	— . . .	12.40

Soit, en général, vers le 10 ou 12 avril, avec une température moyenne de 12°,15. M. Marié Davy a trouvé pour les vignes de la Champagne, mais à l'abri, 13 degrés.

Quant aux écarts que l'on constate, qui atteignent jusqu'à 2°,50, on doit les attribuer, soit aux abaissements subits de la température, soit à la sécheresse de l'atmosphère, soit même à l'intensité lumineuse ou éclairement plus ou moins grand. Enfin, les différents cépages n'entrent pas exactement en végétation à la même date ; nous avons noté, de ce côté, des écarts atteignant jusqu'à quatre, six et même huit jours. Pour une même variété, on constate aussi des différences de plusieurs jours entre les individus placés, cependant, dans des conditions apparemment identiques.

4. *Floraison.* — Pendant les cinq années d'observation, la floraison s'est effectuée, en comptant quinze pour la durée du phénomène, aux dates moyennes que voici :

1893. — Le 5 *juin*, à une température moyenne de 15°,75 et 74 jours après l'entrée moyenne en végétation.

1894. — Le 22 *juin*, à une température moyenne de 19°,25 et 90 jours après l'entrée en végétation.

1895. — Le 15 *juin*, à une température moyenne de 18°,25 et 62 jours après l'entrée moyenne en végétation.

1896. — Le 15 *juin*, à une température moyenne de 18°,12 et 63 jours après l'entrée moyenne en végétation.

1897. — Le 24 *juin*, à une température moyenne de 20°,50 et 78 jours après l'entrée en végétation.

Soit, à une température moyenne générale de 18°,3, 65 jours après le débourrement et 73 après l'entrée en végétation [1].

Les écarts que l'on remarque dans le nombre de jours écoulés depuis l'entrée en végétation, doivent être surtout attribués à la faiblesse de la température en mai; c'est ainsi qu'en 1894, il y a eu 90 jours d'intervalle, parce que la température de ce mois n'a été que de 12°,3, soit 1°,24 au-dessous de la moyenne. Par contre, en 1895, année où le nombre de jours n'a été que de 62, la température moyenne de mai avait atteint le chiffre de 15°,20, dépassant de 1°,45 la moyenne générale de ce mois.

D'autres causes peuvent aussi contribuer à ces différences, notamment la nature des vents dominants et la quantité de pluie dans le mois qui précède le phénomène; mais l'élément le plus important, c'est la température.

Quant à la somme de chaleur nécessaire depuis l'époque moyenne de l'entrée en végétation jusqu'à la période moyenne de floraison, nous relevons les chiffres que voici :

	Degrés.
1893, du 1er avril au 5 juin	1.113
1894, — — 20 —	1.203
1895, du 22 — 15 —	997
1896, du 21 — 15 —	964
1897, du 15 — 24 —	1.244

Soit une moyenne, pour ces cinq années, de 1,110 degrés. Mais, deux chiffres dans cette série sont particulièrement élevés, celui de 1894 et celui de 1897. Pour le premier, je pense que la cause doit être attribuée à la température de mai, qui a été cette année-là,

1. M. de Gasparin indique 17 à 18 degrés à l'ombre comme température moyenne nécessaire pour la floraison (*Cours d'agriculture*, t. II, p. 352).

nous l'avons déjà dit plus haut, bien au-dessous de la moyenne, et alors il est possible que cette température, qui doit atteindre un certain chiffre, n'ait pas été suffisante pour produire rapidement le phénomène attendu, qui aurait alors langui et exigé 90 jours au lieu de 73 qui est le nombre moyen. Quant au chiffre de 1,244 pour 1897, il s'explique facilement par les gelées du 11 au 13 mai, qui ont retardé la végétation de la vigne; de sorte que, si l'on fait abstraction de ces deux années exceptionnelles, la moyenne qui nous paraît la plus vraisemblable serait celle de 1,024 degrés et 63 jours après l'entrée en végétation.

Il y a aussi des différences assez notables dans l'époque où les différents cépages entrent en floraison. Si nous prenons le *Chasselas*, cépage bien connu, comme terme de comparaison, nous avons observé pour 1896, année à peu près normale, les différences que voici :

Le *Gamay hâtif des Vosges*, le *Pinot franc noir* et la *Madeleine violette*, étaient en avance dans la même vigne de plusieurs jours, tandis qu'étaient en fleurs en même temps : le *Meunier*, le *Pinot noir*, le *Pinot blanc*, le *Précoce de Malingre*, le *Précoce de Montreuil*, le *Muscat noir*, le *Portugais bleu*, le *Pinot gris*, la *Madeleine royale*, l'*Aligoté*, le *Melon*, le *Muscat rouge*, le *Cot rouge* et le *York Madeira*. Par contre, ont fleuri après le Chasselas : la *Madeleine angevine*, le *Raisin d'Ischia*, le *Teinturier du Centre*, le *Riesling*, l'*Aubin blanc*, le *Meslier*, le *Gamay petit*, le *Gamay teinturier*, l'*Enfariné*, la *Malvoisie rose du Pô*, l'*Alicante*, *le Muscat blanc*, le *Petit Bouschet* et le *Gros Colman*. Nous avons relevé, pour ces cépages, de 3 à 8 jours de différence avec le Chasselas.

5. *Maturité*. — L'époque de la maturité dépend d'abord de la variété, ensuite de la température comprise entre la floraison et la vendange; l'intensité lumineuse et les pluies ont aussi une influence sur ce phénomène. De 1893 à 1897, nous relevons les chiffres que voici pour les cépages précoces : *Madeleine violette*, *Madeleine angevine*, *Gamay hâtif* et *Précoce de Malingre*, du débourrement à la floraison, 62 jours avec des extrêmes de 54 (1895) et 70 jours (1897) ; de la floraison à la maturité, 69 jours avec des extrêmes de 45 (1893) et 63 jours (1894 et 1897), soit depuis l'entrée en végétation, 138 jours avec des extrêmes de 125 (1893) et 160 (1894) jours, dont 7 jours de l'entrée en végé-

tation au débourrement, 64 du débourrement à la floraison et 67 de la floraison à la maturité.

La somme de chaleur nécessaire pour amener la maturité de cette catégorie de raisin a été en moyenne de 2,200 degrés, comptés à l'air libre ou à découvert, avec des extrêmes de 2,040 degrés (1893) et 2,350 degrés (1894), se répartissant ainsi : De l'entrée en végétation à la floraison, 1,104 degrés, et de la floraison à la maturité (21 août), 1,100 degrés.

En ce qui concerne l'intensité lumineuse, nous trouvons une moyenne de 956 unités avec des extrêmes de 1,109 (1895), et 713 (1897), dont 440 avant la floraison et 516 de la floraison à la maturité.

La quantité de pluie pendant la végétation a été, en moyenne, de 186 millimètres avec des extrêmes de 218 (1893), et 150 (1896).

Si nous passons maintenant aux cépages de première époque hâtive de maturité, tels que *Chasselas*, *Meunier*, *Pinot noir*, *Petit Gamay*, *Portugais bleu* et *Meslier*, nous trouvons qu'ils ont accompli leur phase de végétation en moyenne en 161 jours, savoir : De l'entrée en végétation à la floraison, 71 jours, de la floraison à la maturité (25 septembre), 97, avec des extrêmes de 145 (1893) et 185 (1896) jours.

La somme de chaleur se trouve être de 2,723 degrés dont 1,100 avant la floraison et 1,623 après, avec 1,200 unités de lumière et 230 millimètres de pluie.

Voici d'ailleurs résumées, dans le tableau ci-dessous, les principales conditions de végétation des cépages des deux premières catégories :

1. — Cépages précoces.

ANNÉES.	ENTRÉE en végétation.	DATE du débourrement.	FLORAISON.	MATURITÉ.	SOMME de chaleur.	SOMME de lumière.	PLUIE en millimètres.	NOMBRE de jours de végétation.
					degrés.			
1893 . . .	24 mars.	1er avril.	5 juin .	20 juillet.	2.040	»	218	125
1894 . . .	24 mars.	1er avril.	22 juin .	24 août. .	2.350	»	183	160
1895 . . .	15 avril .	22 avril .	15 juin .	20 août. .	2.170	1.109	182	134
1896 . . .	15 avril .	21 avril .	15 juin .	21 août. .	2.160	1.046	190	134
1897 . . .	15 avril .	15 avril .	24 juin .	22 août. .	2.305	713	196	136
Moyenne .	10 avril .	17 avril .	17 juin .	20 août. .	2.200	956	186	138

2. — Cépages de première époque hâtive.

ANNÉES.	ENTRÉE en végétation.	DATE du débourrement.	FLORAISON.	MATURITÉ.	SOMME de chaleur.	SOMME de lumière.	PLUIE en millimètres.	NOMBRE de jours de végétation.
					degrés.			
1893 . . .	24 mars.	1er avril.	5 juin .	15 août. .	2.460	»	212	145
1894 . . .	24 mars.	1er avril.	22 juin .	24 sept. .	2.912	1.235	233	185
1895 . . .	15 mars.	22 avril .	15 juin .	15 sept. .	2.722	1.415	183	163
1896 . . .	15 mars.	27 avril .	15 juin .	20 sept. .	2.733	1.162	254	160
1897 . . .	15 mars.	15 avril .	24 juin .	15 sept. .	2.792	924	272	161
Moyenne .	10 avril.	17 avril .	17 juin .	17 sept. .	2.728	1.184	231	163

Si maintenant nous étudions ces chiffres, un fait ressort immédiatement, c'est la grande précocité de 1893, où la maturité est en avance d'environ un mois sur les années suivantes, précocité essentiellement due au beau temps qui n'a cessé de régner de la fin de mars à la fin de juin. L'année 1894 se fait, au contraire, remarquer par sa tardivité; cependant, tout se passe comme en 1893 jusqu'en avril; mais le mois de mai est très froid et juin très pluvieux, ce qui fait que la floraison languit et se fait dans de mauvaises conditions, c'est-à-dire à une température insuffisante.

Quant aux trois autres années, elles sont à peu près identiques de l'entrée en végétation à la maturité, et la somme de chaleur aboutit aussi à peu près au même chiffre. Cependant, 1897 présente un peu de retard motivé par les gelées des 11 au 13 mai.

Les pluies, presque continuelles, de septembre 1896 et de 1897, n'ont pas beaucoup retardé la maturité, mais elles ont amené la pourriture des grappes.

En ce qui concerne la maturité des cépages de première époque tardive tels que : *Corbeau, Gamay teinturier, Gros Gamay, Petit Bouschet, Malbec* ou *Cot, Aubin blanc, Aligoté, Melon, Malvoisie rose du Pô, Chardenay,* nous notons une dizaine de jours de différence, ce qui porte l'époque de leur maturité en moyenne vers la fin de septembre, soit à environ 100 jours après la floraison, et à 172 le nombre total des jours de végétation, avec une somme de chaleur de 2,993°, dont 1,100 avant la floraison et 1,893 après. La somme de lumière est de 1,280 unités et la hauteur d'eau tombée de 260 millimètres.

Cépages de deuxième époque. — Les cépages de cette catégorie, tels que : *Cabernet*, *Chenin noir*, *Frankenthal*, *Riesling*, *Enfariné* et *Trousseau*, ne sont pas mûrs en moyenne avant le 8 octobre, soit après environ 180 jours de végétation 3,180° et 1,310 unités de lumière.

Quant aux cépages de troisième époque, *Alicante Dodrelabi*, *Aramon* et *Carignane*, ils ne peuvent mûrir à la Station, à moins d'une année exceptionnellement chaude, comme 1895, ou d'être cultivés en espalier.

6. *Vendange et vinification.* — Les vendanges des années 1893, 1894 et 1895 ayant été, en raison de l'âge du vignoble à peu près insignifiantes, je n'en dirai rien.

Celle de 1896 était assez importante ; mais en raison des pluies persistantes, elle a été faite dans de très mauvaises conditions ; celle de 1897 n'a pas non plus été favorisée par le beau temps.

Néanmoins, j'ai pu faire sur la densité des moûts d'un certain nombre de ces cépages, quelques observations que je résume dans le tableau que voici :

Qualité des moûts en 1897.

Cépages.	Densité à l'aréomètre.	Sucre par litre.	Alcool du vin fait.	Densité des moûts en 1896.
—	—	— gr.	—	—
Petit Meslier doré	11	191	11.2	8
Meslier vert	10.8	186	10.9	
— doré gros	10	170	10	8
Aubin blanc	10	170	10	
Chardenay	10	170	10	8.50
Chasselas rose	10	170	10	
Muscat blanc	10	170	10	6
Meunier	10	170	10	8
Aubin doré	9.50	159	9.3	8
— vert	9.50	159	9.3	7
Melon	9.50	159	9.3	9
Pinot noir	9.50	159	9.3	
Chasselas doré, espalier	9.30	154	9	
— — de pl. champs	9.20	151	8.9	7.20
Gamay petit	9.20	151	8.9	8.50
Riesling	9	148	8.7	
Aligoté	9	148	8.7	9
Gamay hâtif	9	148	8.7	
Trousseau	8.2	127	7.5	
Portugais bleu	8	127	7.5	6

Cépages.	Densité à l'aréomètre.	Sucre par litre.	Alcool du vin fait.	Densité des moûts en 1896.
—	—	—	—	—
		gr.		
Gamay teinturier.	8	127	7.5	7.5
Chenin noir..	8	127	7.5	
Muscat violet.	8	127	7.5	6
Malvoisie rose	8	127	7.5	
Petit Bouschet	7.50	116	6.8	6
Corbeau..	7.50	116	6.8	6
Enfariné	7	106	6.2	7
Teinturier du centre..	7	106	6.2	
Alicante noir.	6	103	6	

Il ressort du tableau ci-dessus que les meilleurs cépages à vin rouge, à la Station, sous le rapport de la teneur en sucre, sont : le *Meunier*, puis le *Pinot noir de Bourgogne* et ensuite le *Petit Gamay*. Au point de vue de la production, le *Meunier* soumis à la taille longue, qu'il supporte très bien, produit autant que le *Gamay* qui réclame la taille courte ; mais le vin du *Meunier* est supérieur comme qualité à celui du *Gamay*. Le vin du *Pinot* est supérieur encore à celui du *Meunier;* mais comme son rendement est plus faible, même avec la taille longue, il passe finalement après le *Meunier* et le *Gamay*.

Des pieds de *Meunier*, âgés de quatre ans seulement, nous ont donné chacun jusqu'à 35 grappes d'un poids total de 2 kil. 250, soit une possibilité par hectare, où nous comptons 6,900 pieds, de 15,000 kilos de vendange, ce qui correspond à un rendement en vin d'environ 110 hectolitres, chiffre d'ailleurs réalisé avec ce cépage dans les vignes de Chanteloup et Triel.

A la Station, une petite vigne de *Meunier* de 150 ceps, âgés de quatre ans, a produit en 1897, malgré la gelée, 180 kilos de vendange, soit 60 hectolitres de vin à l'hectare. Si ce cépage est moins répandu dans le Nord que le *Gamay*, cela tient donc uniquement à ce que l'on ne sait pas en tirer parti, car il est réellement supérieur à ce dernier.

Le *Portugais bleu* est aussi un cépage de grande production, mais, la faible teneur en sucre de son moût, empêche de le cultiver seul ; il demande, en outre, des terrains secs à sous-sol perméable.

En ce qui concerne les cépages blancs, les *Mesliers* arrivent en premier lieu comme quantité et comme qualité. Des jeunes pieds de quatre ans ont produit chacun jusqu'à 54 grappes, d'un

poids total de 3 kil. 200 et même 4 kil. 125, ce qui correspondrait à une possibilité par hectare de 22,000 kilos de vendanges et 160 hectolitres de vin, à 28,000 kil., soit plus de 200 hectolitres. Sur la côte de Triel-Chanteloup ce cépage donne souvent 130 à 140 hectolitres.

Ces résultats justifient donc la faveur dont jouit le *Meslier* dans la région de Paris; c'est à tous les points de vue certainement le meilleur cépage blanc que l'on puisse cultiver pour la cuve.

L'*Aubin blanc* et l'*Aubin vert*, qui sont des sortes de *Meslier* propres à la région de l'est, nous ont aussi produit assez souvent 2 kilos à 2 kil. 600 de vendange par souche, soit des rendements de 100 à 130 hectolitres.

Le *Pinot blanc Chardenay*, qui nous a donné par souche jusqu'à 3 kilos avec des moûts marquant 10 degrés, est aussi un très bon cépage, ainsi que le *Melon* ou *Gamay blanc à feuilles rondes*, mais ce dernier pourrit facilement.

Une autre qualité précieuse des cépages ci-dessus, c'est leur fort rendement en jus, qui arrive jusqu'à 80 et même 83 p. 100 du poids du raisin et pratiquement à 75 p. 100.

Les *Chasselas* sont aussi des cépages avantageux à cultiver; ils mûrissent bien, produisent beaucoup et leur vin vaut mieux qu'on ne le croit ordinairement.

7. *Fermentation, cuvaison.* — En raison du climat, la fermentation se fait à Neauphle toujours à basse température, dans une pièce de bâtiment close de toute part, à 10-15 degrés, suivant les années. La vendange, s'il s'agit d'un vin rouge, après avoir été foulée est mise à fermenter dans une cuve ouverte, tandis que pour le vin blanc, les raisins aussitôt foulés sont portés sous le pressoir et le moût obtenu mis immédiatement en futaille à bonde ouverte. Dans le premier cas, la température s'élève assez rapidement; vingt-quatre heures après la mise du raisin dans la cuve, elle arrive à 20-22 degrés; le lendemain à 26-28 degrés, le troisième jour à 30 et 32 degrés, jusqu'à 34 degrés même si la quantité de vendange est assez grande. Le quatrième jour, la température baisse et revient peu à peu à celle de la pièce, de sorte que le phénomène de la fermentation ne dure jamais plus de 4 à 6 jours. On décuve et l'on presse le huitième jour.

Pour les vins blancs en fût, la fermentation est plus longue, elle

dure de dix à douze jours et se fait à des températures de 15 à 22 degrés seulement.

La qualité des vins obtenus a varié avec les années; en 1895, le raisin ayant bien mûri, les vins analysés au laboratoire de M. Lezé, à l'Ecole, avaient la composition suivante :

Alcool	9.95	p. 100
Sucre	0.80	—
Acidité	5.93	—
Extrait sec	25.40	—

Ceux de 1896, qui, en raison des pluies persistantes de septembre, provenaient de raisins plus ou moins éclatés et pourris, étaient beaucoup moins riches en alcool (7 p. 100). Néanmoins, ces vins sont agréables à boire et supportent assez bien l'eau. Leur prix a varié de 80 à 100 francs la pièce de 220 litres.

8. *Maladies.* — Les maladies constatées dans les vignes de la Station sont, pour les insectes :

1° La *Cochylis.* — Cet insecte dont la larve perce les raisins entre la véraison et la maturité, très rare avant 1895, est devenu assez commun en 1896 et surtout en 1897. Le papillonnage, au moyen d'une lanterne-piège allumée la nuit, ne m'a donné en 1896 que des résultats insignifiants. Je me propose de combattre cet insecte, en 1898, avec une poudre formée de 90 p. 100 de soufre et 10 p. 100 de naphtaline, que l'on dit efficace. Une émulsion également recommandée, formée de 3 p. 100 de savon noir et 2 litres de térébenthine par hectolitre d'eau, sera aussi essayée.

2° Le *Gribouri* ou *Ecrivain* est assez commun, mais jusqu'ici n'a pas causé beaucoup de dégâts et il n'y a guère lieu de le combattre.

3° La *Cochenille de la vigne* (*Dactylopius vitis*). — Cet insecte, d'un brun rouge, ressemble à une petite tortue. On le trouve appliqué parfois en grand nombre sur les vieux bois de la vigne qu'il rend tuberculeux et malpropres. Depuis quelques années il s'est beaucoup multiplié; il attaque tous les cépages, mais de préférence le *Frankenthal*, la *Madeleine angevine* et la *Madeleine royale;* le *Chasselas* et le *Meunier* sont moins atteints. Une émulsion ainsi formée nous a donné de bons résultats :

50 grammes savon noir dissous dans 1 litre d'eau chaude;

2 litres de pétrole brut versés peu à peu dans le liquide

ci-dessus, tout en remuant constamment avec un petit balai de bouleau, jusqu'à ce que l'on obtienne un tout parfaitement homogène, prenant l'aspect crémeux par refroidissement. Cette émulsion, trop énergique pour être appliquée directement sur les tissus végétaux qu'elle brûlerait, doit être étendue, au moment de s'en servir, de douze à quinze et même vingt fois son volume d'eau. On la distribue au moyen du pulvérisateur ordinaire servant à répandre les bouillies contre le mildiou. Ce remède est aussi efficace contre les pucerons.

Parmi les maladies cryptogamiques, trois sont à combattre :

1° L'*Oïdium*. — Pour combattre ce parasite il faut trois soufrages dans l'année : le premier avant la floraison, le deuxième pendant, le troisième à la véraison. En opérant ainsi, cette maladie n'a causé aucun mal sérieux aux vignes de la Station, tandis qu'il en a été autrement chez les propriétaires de la contrée, qui n'ont rien fait; tout a été à peu près perdu en 1896 et 1897, surtout dans les treillis et les berceaux de Chasselas.

2° Le *Mildiou*. — En 1896 et 1897, années très pluvieuses, son apparition a été précoce et puissante. Je l'ai vu apparaître dès le mois de juin sur les cépages que j'ai rapportés de Chypre, et sur les *Madeleine angevine*, qui prennent avec une facilité extrême cette maladie. En 1897 les formes dites *Rot blanc* et *Rot brun*, qui se développèrent sur les grappes et les raisins, ont été fréquentes.

La première se manifeste aussitôt après la floraison par l'apparition, sur les jeunes grains de raisin, les pédicelles et les pédoncules, de nombreux flocons blancs formés des stipes conidifères du champignon ; les jeunes grappes ne tardent pas à se flétrir et à se dessécher. Dans la seconde forme (*Rot brun*), on voit, au moment de la vendange, en quantité plus ou moins considérable dans chaque grappe, des grains qui n'ont pas mûri ; ils sont d'un vert terne, souvent çà et là déprimés sur leur pourtour, durs, présentant une pulpe compacte, brunâtre, nullement juteuse et montrant, à l'examen microscopique, de nombreux filaments mycéliens du parasite qui remplissent entièrement le grain.

On sait que les pulvérisations sur la vigne de liquides contenant du cuivre, constituent un remède très efficace contre le *Mildiou*. De tous ces liquides ou *bouillies*, celle qui m'a paru la plus énergique et la plus convenable pour nos climats humides du nord, c'est la bouillie dite *bordelaise*, comprenant par hecto-

litre 2 kil. 1/2 de sulfate de cuivre et 2 kilos de chaux fine, tamisée. Dans cette composition très adhérente aux feuilles, l'oxyde de cuivre se trouve engagé dans la chaux, de manière à ne devenir libre que pendant les pluies, précisément au moment où les spores du parasite pourraient germer et envahir par les stomates le parenchyme des feuilles.

Trois traitements m'ont toujours jusqu'ici suffi pour combattre la maladie en question. Le premier, dit préventif, est appliqué peu de temps après le débourrement, lorsque les jeunes pousses ont de 15 à 20 centimètres de long, le deuxième à la floraison et le troisième à la véraison, c'est-à-dire vers le 10 ou le 15 août. Le premier de ces traitements a une importance tout à fait dominante : il empêche les premières invasions en détruisant les premières spores échappées aux froids ou issues des spores d'hiver.

Autrement dit, il empêche les surprises d'une invasion pouvant se déclarer dès que la température arrive à la moyenne d'environ 18 degrés et à la suite d'une pluie ou d'une forte rosée.

3° *Pourriture grise.* — Cette maladie, produite par un petit champignon du groupe des moisissures, *Botrytis cinerea,* qui ne serait, d'après M. Prillieux, qu'une forme dérivée du *Sclerotina Fuckeliana,* n'est souvent qu'un saprophyte, c'est-à-dire qui ne se développe que sur des raisins déjà altérés; mais dans les années humides, il se comporte comme un vrai parasite et peut causer beaucoup de dégâts. En effet, un grain étant envahi, par contact, les voisins le sont peu à peu à leur tour, toute la grappe est attaquée y compris les pédicelles et les pédoncules ; alors, si tous les grains ne sont pas déjà perdus, ils en arrivent fatalement à ce point par la flétrissure de la grappe et sa dessiccation.

Quelques remèdes ont été indiqués; un des plus sérieux, que nous nous proposons d'essayer, consisterait dans l'épandage, au moyen d'une soufreuse, au commencement de la véraison, d'une poudre composée de 92 p. 100 de stéatite en poudre, 3 p. 100 de sulfate d'alumine, 4 p. 100 de plâtre et 1 p. 100 de sulfate de fer.

La *Pourriture grise* n'apparaît guère que sur des raisins qui sont déjà avancés dans leur maturation. Les sarments situés dans le voisinage des grappes envahies peuvent l'être aussi à leur tour si surtout ils ne sont encore que faiblement lignifiés.

4° *Observations sur les vignes gelées.* — Les gelées de 1° 1/2

à 3° 1/2, survenues dans les nuits des 11, 12 et 13 mai 1897, alors que les nouvelles pousses avaient de 40 à 60 centimètres de longueur et que les grappes étaient toutes sorties, m'ont permis (à mes dépens) de faire les observations suivantes : 1° le plus souvent, l'extrémité de la pousse, jusqu'au dessous de la grappe, soit sur une hauteur de 20 à 30 centimètres, a été entièrement détruite, c'est-à-dire qu'elle s'est fanée et s'est complètement desséchée, tandis que le bas est resté vert; 2° dans d'autres cas, toute la pousse herbacée a été gelée jusqu'au vieux bois, il n'en est rien resté ; alors les souches de cette catégorie ont émis de nouvelles pousses généralement stériles, ou encore sont restées dégarnies, sauf production de quelques faibles pousses sans valeur pour la taille de 1898. Dans le premier cas, quelques grappes ont pu arriver à maturité et les bois qui les portaient ont développé leurs bourgeons anticipés sur une longueur plus ou moins considérable; mais, généralement, ces ramifications secondaires sont demeurées stériles et le restant des bois primaires a été gravement atteint à l'intérieur, la moelle a été détruite et, assez souvent, tout un côté du sarment ; de sorte que ces bois épargnés ne pouvaient convenir pour rétablir la charpente des ceps ou asseoir la taille de 1898; 3° sur les souches vigoureuses, il s'est, par contre, assez souvent développé à la base des sarments gelés ou sur l'emplacement des bourgeons avortés ou restés à l'état latent, de belles pousses fructifères qui ont permis, tout au moins, une taille convenable en 1898.

Tous les cépages, sans exception, ont été touchés par cette gelée, aucun n'a été épargné ; les espèces américaines et leurs variétés ont été aussi également atteintes, ainsi que les vignes asiatiques *Coignetiæ*, *Amurensis*, *Romanetti* et *Davidii*. Parmi les cépages français qui ont le plus souffert à la Station et qui se sont le moins bien refaits, il faut citer les *Gamays*, les *Mesliers*, les *Chasselas* et le *Teinturier du Centre;* et, parmi ceux, en revanche, qui se sont le mieux rétablis, il faut citer la *Madeleine angevine*, le *Meunier*, le *Trousseau* et le *Portugais bleu*, en un mot, tous ceux vigoureux.

Remèdes. — Après des gelées aussi intenses qui ont si vivement affecté le monde viticole en 1897, la presse spéciale a provoqué des enquêtes devant aboutir à la connaissance de ce qu'il y avait de mieux à faire. Quatre solutions se sont présentées

à l'esprit des viticulteurs : 1° ne rien faire ; 2° enlever entièrement jusqu'à leur naissance les bois gelés ; 3° tailler ces mêmes bois gelés à un ou deux yeux francs, dans l'espoir d'obtenir une floraison secondaire ; 4° couper les bois gelés à environ 10 millimètres de leur naissance, dans le but unique d'obtenir sur cette partie laissée les éléments de la taille de 1898.

La première manière est mauvaise, car si on laisse les bois éprouvés, la partie restante de ces bois émettra de nombreuses ramificatious secondaires sans valeur qui empêcheront les bonnes pousses de remplacement de naître. Si on suit la deuxième manière, on peut enlever les éléments ou centres vitaux qui étaient capables de donner de bonnes pousses de remplacement. Dans le troisième cas, contrairement à ce que l'on espérait, il ne se développera pas de bois fructifères et l'on sera obligé d'effectuer la taille suivante sur des sarments nés sur des bois avariés. La quatrième manière de faire, c'est-à-dire celle consistant à tailler les bois gelés à un centimètre environ de leur insertion, est celle qu'il faut préférer à tous égards ; non seulement elle donnera de bons bois pour la taille suivante, mais elle produira encore très souvent des sarments fructifères. C'est à cette conclusion que je suis arrivé après les observations et les expériences que j'ai faites à la Station, et c'est aussi celle qui a été conseillée par la très grande majorité des viticulteurs éclairés.

D'ailleurs, dans aucun cas les bourgeons anticipés développés sur les pousses gelées n'ont donné une fructification de quelque importance ; les quelques rares et maigres grappillons ainsi produits n'ont pu arriver à la maturité, même chez les cépages les plus précoces. Les bourgeons de réserve sortis de l'empâtement des coursons ont seuls donné, et encore dans une très faible proportion, un peu de récolte d'une maturité insuffisante.

Quant aux grappes de première génération situées au sommet des pousses gelées et qui avaient été épargnées, elles ont pour la plupart coulé, de sorte que l'on n'a pas eu intérêt à les garder, ce qui nous ramène, en résumé, à ce que nous disions ci-dessus : *le mieux, en présence d'une grande gelée printanière tardive, est de rabattre les pousses gelées à* 8-10 *millimètres du vieux bois sans s'inquiéter des grappes qu'elles peuvent porter ou que leurs bourgeons anticipés pourraient développer ; de cette manière seulement on assurera les éléments d'une bonne taille l'année suivante.*

La vigueur dans la végétation complétera avantageusement le remède.

Qu'il me soit permis, en terminant ce résumé de mes observations, de dire que dans toute la contrée on suit avec un intérêt marqué ce qui se fait à la Station ; de nombreux visiteurs viennent voir et demandent des renseignements sur l'installation et la direction d'un vignoble, et plusieurs milliers de boutures ont été déjà distribuées à près d'une vingtaine de propriétaires qui veulent faire une plantation de vigne.

Les Elèves de l'Ecole trouvent aussi à la Station des éléments d'observation sur la création, l'encépagement, la taille et la conduite d'un vignoble, ainsi que sur les principales maladies qui y apparaissent, ce qui complète avantageusement le cours de viticulture dont je suis chargé.

CORRESPONDANCE

Nous avons inséré, page 174 de ce volume, à la suite de la note : *Qu'est-ce que l'alinite*, quelques pages qui nous ont valu la très intéressante lettre suivante, que nous nous empressons de publier.

Nouvelles recherches biologiques sur le bacille Megatherium Alinite; par M. le professeur Stoklasa, de l'Ecole polytechnique tchèque de Prague.

A M. le professeur Dehérain.

« Vos importants travaux sur la formation et la destruction des nitrates dans le sol, vous ont conduit à donner à l'étude du *milieu* de développement des bactéries, une influence décisive sur les phénomènes observés.

« J'apporte à votre manière de voir quelques faits qui la confirment.

« Les hydrates de carbone, surtout les pentoses $C^5 H^{10} O^5$, c'est-à-dire le xylose et l'arabinose, jouent un rôle capital dans le développement et l'énergie vitale du bacille megatherium [1].

« Le xylose et l'arabinose se forment dans le sol par hydratation de l'*araban* et du xylose ($C^5 H^8 O^4$) ; ces deux matières existent dans le sol ; mal-

1. Avant la publication de mes études bactériologiques dans « *Centralblatt für bactériologie* », dans lesquelles j'ai prouvé par une série d'expériences que le bacille d'Ellenbach est simplement le *bacille megatherium*, on a répandu dans le public l'idée que le *bacille d'Ellenbach* serait, d'après Lauck, le *bacille subtilis* et, d'après Frank, le *bacille tereginus;* or, la morphologie et la biologie du bacille megatherium et du bacille subtilis sont si différentes, que je ne puis admettre l'opinion de M. Lauck ou celle de M. Frank ; j'insisterai, au reste, sur ce sujet dans un travail qui sera prochainement publié.

gré leur résistance et leur stabilité, elles deviennent la proie du bacille megatherium qui les emploie à la formation de ses cellules vivantes.

« Les pentosanes du sol proviennent des résidus des récoltes, de divers algues ou lichens, des engrais verts et des engrais d'origine animale.

	Pentosanes.	
Les algues vertes nostoc et pleurococcus renferment de	3.4 à 5.06	p. 100.
Les lichens pannelia lecanosa, de	3.43 à 3.50	—
La racine du trèfle	16.8	—
De la luzerne	24.2	—
De la paille	22.7	—
Un engrais animal	10.2	—
En outre, on trouve dans :		
La tourbe	3.3	p. 100.
Un sol forestier	5.7	—
Un sol de prairies	3.5	—
Une terre pauvre en humus	0.36	—

« Ces pentosanes se transforment par hydratation en pentoses, qui sont l'aliment de préférence du bacille megatherium.

« Il est intéressant de constater que la présence des pentoses détermine non seulement la fixation de l'azote de l'air, mais encore une forte destruction des nitrates et des nitrites dans le sol, et cela nous explique comment la tourbe, le sol forestier et le sol des prairies ne contiennent pas de nitrates, tandis qu'au contraire, l'azote organique y atteint des chiffres élevés. J'ai observé deux bacilles qui ont la propriété d'assimiler l'azote à l'air, mais qui détruisent énergiquement les nitrates et les matières organiques azotées[1].

« De tous les hydrates de carbone, les plus avantageux à introduire dans les milieux nutritifs pour y faire pulluler ces bacilles, sont les pentoses; aussi, dans les expériences disposées à notre station agronomique physiologique, a-t-on répandu dans le sol pour favoriser le développement des bactéries fixatrices d'azote, de la saccharose, de la glycose, de la fructose, mais aussi de l'arabinose et de la xylose; on verra quelles sont les matières les plus propres à amener l'azote de l'air, sous une forme assimilable, aux racines des plantes de grande culture. »

REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Physiologie végétale.

Les microbes des nodosités des légumineuses, par M. Mazé[2]. M. Mazé avait déjà exécuté, il y a quelques mois, un premier travail sur les bactéries des légumineuses[3]; il avait montré que ces bacilles, placés dans un

1. Le numéro sera présenté prochainement à l'Académie des sciences de Vienne.
2. *Annales de l'Institut Pasteur*, t. XII, p. 1 et 128.
3. *Ann. agronom.*, t. XXIII, p. 187.

milieu convenable, se développent et parviennent à fixer l'azote libre de l'atmosphère; il était ainsi démontré que la symbiose n'était aucunement nécessaire pour expliquer cette fixation.

Dans les deux mémoires très importants que nous signalons aujourd'hui, l'auteur aborde l'étude des microbes des nodosités des légumineuses au point de vue spécial de la microbiologie et en fait l'examen physiologique et la morphologie. Nous ne pouvons entrer dans le détail des expériences exécutées qui sont d'un ordre tout à fait particulier et qui sortent du cadre de ces Annales, mais nous indiquerons les conclusions qui découlent de ce travail et qui sont des plus intéressantes.

Rappelons d'abord que, pour fixer l'azote atmosphérique, les cultures doivent être aérées et contenir une quantité de saccharose égale au moins à 2 p. 100. C'est l'énergie latente de cet hydrate de carbone qui permet aux bactéries d'opérer la synthèse des matières azotées. La nature des aliments azotés que l'on fournit à ces microbes a une assez grande importance; la légumine leur convient particulièrement.

Il est aussi nécessaire d'observer un certain rapport entre l'azote combiné et le sucre fourni aux cultures; c'est le rapport de $\frac{1}{200}$ qui a fourni les meilleurs rendements au point de la fixation de l'azote.

Dans les cultures, on observe la formation d'une mucosité dont l'abondance est liée directement à la quantité d'azote fixé; elle est soluble dans l'eau, susceptible de passer à travers les membranes, mais ne se rencontre pas dans les nodosités. M. Mazé la considère « comme une matière azotée provenant de la fixation de l'azote libre et servant de trait d'union entre la plante et son hôte. Pour le microbe, c'est un produit de désassimilation et c'est pour cela précisément que le bacille des nodosités ne peut pas se développer si on ne lui fournit que de l'azote libre. Pour la plante, au contraire, c'est un élément directement assimilable ».

Les microbes des nodosités peuvent utiliser les nitrates, et la rareté des tubercules radicaux sur les racines des végétaux cultivés dans les sols fortement azotés s'explique, non pas par une influence nocive des nitrates, mais par « l'action attractive exercée par les hydrates de carbone mis en liberté dans la région des poils absorbants, et l'influence mutuelle que ces composés et les azotates exercent les uns sur les autres dans les tissus même de la plante ».

Le troisième mémoire est relatif à l'histoire des microbes qui pénètrent dans les racines : les formes libres du sol, attirées sur les racines des légumineuses par les hydrates de carbone libérés dans la région des poils absorbants, s'introduisent dans les tissus à l'état de coccobacilles et provoquent la formation d'une lésion qui donne naissance aux tubercules. Ces coccobacilles restent d'abord enveloppés d'une matière glaireuse, présentant l'aspect d'un mycélium et qui, plus tard, lorsque la sève circule dans les tubercules, est emportée dans toutes les parties de la plante; les bacilles, soumis alors à l'acidité du suc végétal, réagissent en formant des ramifications.

Au terme de l'évolution de la plante, quand les nodosités sont vidées en

partie, on n'y trouve plus que des formes simples issues des bacilles typiques et douées de nouvelles propriétés.

Toutes les formes variées de la nature peuvent s'obtenir en employant des milieux de culture convenables et en opérant dans certaines conditions d'acidité et de chaleur, de richesse en sucre ou en matières minérales.

Les microbes récemment isolés des nodosités conservent la propriété de produire des tubercules par inoculation; mais les formes différenciées de ces microbes perdent cette propriété que l'on retrouve par l'association de deux de ces formes différenciées. C'est d'ailleurs ainsi qu'on peut expliquer que les formes saprophytes du sol parviennent à se fixer sur les racines des plantes et à y former des nodosités.

Enfin, l'auteur a également expérimenté l'inoculation des bactéries fixatrices d'azote sur les animaux; ces microorganismes se sont montrés pathogènes pour quelques petites espèces.

Le travail de M. Mazé a ainsi complété l'histoire des microbes de légumineuses et a fixé bien des points importants qui étaient jusqu'ici restés assez obscurs. A. Hébert.

Contribution à la physiologie chimique de la tige des arbres, par M. A.-J.-J. Vandevelde[1]. — Ce travail long et minutieux, qui a été l'objet d'examens microscopiques renouvelés tous les deux ou trois jours, pendant deux années, et qui ont atteint le chiffre de 5,136 constatations, a été effectué en vue de l'étude des phénomènes chimiques qui se produisent dans le bois des arbres. Les recherches ont porté sur les types suivants: *Fagus sylvatica*, *Populus italica*, *Salix babylonica*, *Taxus baccata*, *Ilex aquifolium*, *Aucuba japonica*; on y a déterminé les proportions de fécule, de glucose, de graisse et de matières azotées.

Sans entrer dans le détail des expériences, nous indiquerons seulement les principales conclusions que l'auteur a pu tirer de son travail: la graisse et les matières azotées ne subissent pas, dans les arbres, de modifications appréciables; mais, sous l'influence du froid, la fécule se transforme en glucose; et inversement, la glucose revient à l'état de fécule, par élévation de température, tant en été qu'en hiver.

La transformation de la fécule en glucose dégageant de la chaleur, M. Vandevelde pense que c'est grâce à cette production de calorique qui a lieu au moment du froid, que les arbres trouvent un moyen de résister aux abaissements de température. A. Hébert.

1. *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. XIX, p. 320. Le mémoire original a été publié dans les *Mémoires de la Société botanique*, Dodonæa-Gand; t. IX, p. 94

Le Gérant : G. Masson.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

SUR LA FABRICATION
DU FUMIER DE FERME [1]

DEUXIÈME PARTIE

PAR

M. P.-P. DEHÉRAIN,

Membre de l'Académie des sciences.

Les expériences de MM. Gay et Dupont, qui forment la première partie de ce mémoire [2], confirment complètement les importantes observations de MM. Muntz et Girard [3]. Il est certain que la fabrication du fumier de ferme, telle qu'elle est habituellement conduite, entraîne des pertes notables d'azote. A quelles causes sont-elles dues? C'est là ce qu'il importe de savoir; car, de cette connaissance découleront peut-être des pratiques simples, capables d'atténuer les déperditions, sans modifier de fond en comble, comme on l'a proposé récemment, les méthodes employées depuis un temps immémorial dans la préparation du plus répandu de tous les engrais.

On conçoit certainement que, pendant les fermentations qui s'établissent dans le fumier de ferme, quelques-uns des composés azotés complexes émis par les animaux ou contenus dans les litières, subissent une décomposition complète et que leur azote se dégage à l'état libre et nous nous proposons de soumettre cette forme de déperdition de l'azote à une étude approfondie; mais il est, en outre, une cause de perte qui apparaît tout d'abord; l'urée contenue dans les urines des animaux de la ferme, l'acide urique, l'acide hippurique qui y existent également, mais en faible proportion, donnent naissance à du carbonate d'ammoniaque, volatil et dissociable; on perçoit dans les locaux habités par les animaux, particulièrement dans les bergeries, une très forte odeur d'ammoniaque. Incontestablement, une fraction notable de l'azote perdu pendant la fabrication du fumier s'échappe sous forme d'ammoniaque, et c'est précisément à la recherche des causes qui entraînent ces déperditions d'ammoniaque que ce mémoire est consacré.

1. Voyez sur ce sujet: *Ann. agr.*, t. X, p. 376; t. XIV, p. 97, t. XVIII, p. 356.
2. Ce volume, p. 123.
3. *Ann. agr.*, t. XIX, p. 5.

RECHERCHES DES CAUSES QUI ENTRAINENT LA DÉPERDITION DE L'AMMONIAQUE PENDANT LA FABRICATION DU FUMIER

L'urée, contenue dans l'urine des animaux, arrive sur les litières, elle s'hydrate et donne naissance à du carbonate d'ammoniaque; que devient une dissolution de carbonate d'ammoniaque exposée à l'air? c'est là ce que nous devions rechercher d'abord.

§ 1er. — Perte d'azote que subit une dissolution de carbonate d'ammoniaque.

MM. Berthelot et André, il y a quelques années déjà [1], ont étudié la décomposition du bicarbonate sec et humide, et si nous avons cru devoir aborder de nouveau ce sujet, déjà traité d'une façon très complète, c'est surtout pour y appliquer les méthodes de recherches qui devaient nous servir dans l'étude plus complexe du fumier lui-même.

Perte que subit une dissolution de carbonate d'ammoniaque exposée à l'air.

Expérience n° 1. — On a opéré avec le carbonate d'ammoniaque du commerce, qui est un mélange de bicarbonate et de sesquicarbonate. On a introduit dans deux petits matras : 100 centimètres cubes d'eau, tenant en dissolution du carbonate d'ammoniaque, en quantité telle que les 100 centimètres cubes du liquide renfermaient 227 milligrammes d'azote ammoniacal, concentration un peu plus faible que celle de l'urine de vache, sur laquelle ont porté la plupart des expériences exposées dans cet écrit. Ces fioles, simplement obturées avec de l'ouate, ont été laissées à l'étuve à 30 degrés pendant un mois, puis on a procédé au dosage de l'azote ammoniacal restant. On a retrouvé dans le liquide de l'une des fioles : 72 milligrammes d'azote ammoniacal; dans l'autre, 52 milligrammes ou, en moyenne, 62 milligrammes; il avait donc disparu 166 milligrammes d'azote ammoniacal, soit 73 p. 100.

Ainsi, par une simple exposition à l'air à 30 degrés une dissolution étendue de carbonate d'ammoniaque à 42 gr. 27 d'azote par litre, c'est-à-dire, ainsi qu'il a été dit, moins chargée que ne l'est l'urine, perd les trois quarts de son azote, et cette première

1. *Annales de physique et de chimie*, 6e série, t. XI, 1887.

expérience éclaire déjà singulièrement la question à l'étude; elle montre que la volatilisation de l'ammoniaque du carbonate d'ammoniaque provenant de la fermentation de l'urée doit être fréquente dans les bergeries, où les litières salies restent exposées à l'air, souvent pendant plus d'un mois, avant d'être portées sur la plate-forme.

La perte d'azote, dans l'expérience qui vient d'être décrite, est constatée par différence. Ce mode de dosage laisse toujours quelque doute dans l'esprit, aussi avons-nous disposé les expériences suivantes de façon à recueillir l'ammoniaque qui a été dégagée.

Pertes d'azote que subit le carbonate d'ammoniaque dans une atmosphère confinée, en présence d'acide sulfurique.

EXPÉRIENCE N° 2. — Dans des conserves de deux litres de capacité dont le couvercle de verre pouvait être luté de façon à empêcher toute déperdition de gaz, on a introduit 3 grammes de carbonate d'ammoniaque dans 100 centimètres cubes d'eau; on a, en outre, placé dans la conserve un petit trépied de verre sur lequel reposait une capsule renfermant 20 centimètres cubes d'acide sulfurique titré.

Le carbonate d'ammoniaque du commerce, sur lequel on a opéré renfermait, sur 100 parties :

CO^2 — 52.2[1]
Az — 18.6

C'est donc un mélange de bicarbonate, qui exigerait pour 100 parties, 55.6 d'acide carbonique et 17.6 d'azote; et de sesquicarbonate, dans lequel se trouverait 51.9 d'acide carbonique et 22 d'azote.

L'expérience a été disposée le 8 septembre; trois jours après, on ouvre une des conserves, on dose l'ammoniaque contenue dans l'acide sulfurique, on en trouve seulement 56 milligrammes; il en reste 490 dans la dissolution; la somme des deux dosages donne 546 milligrammes; le liquide primitif en contient 558 milligrammes, il y a donc 12 milligrammes qui sont restés dans l'atmosphère et n'ont été retrouvés ni dans l'acide sulfurique, ni dans le liquide primitif.

1. Nous avons employé pour le dosage de l'acide carbonique le procédé très commode et très exact proposé depuis longtemps par M. Houzeau. *Ann. agr.*, t. Ier, p. 201; t. III, p. 254.

Le 16 septembre, on ouvre la seconde conserve, on procède au dosage, la diffusion a été plus complète que dans le cas précédent ; on trouve 120 milligrammes d'azote dans l'acide sulfurique et 423 dans le liquide primitif; par suite, 558 — 543 = 15 milligrammes sont restés dans l'atmosphère de la conserve.

En trois jours, la dissolution de carbonate d'ammoniaque a perdu 558 — 490 = 68, c'est-à-dire 12.2 p. 100 ; et en huit jours, 558 — 423 = 135 milligrammes, ou 24.4 ; la perte est donc notable, bien inférieure cependant à celle que nous avons constatée à l'air libre.

On sait que la dissociation est retardée par la présence, dans l'atmosphère qui surmonte le liquide renfermant les sels en voie d'altération, d'un des éléments qui se sépare par la dissociation, et il y aurait lieu de s'étonner que l'absorption constante de l'ammoniaque par l'acide sulfurique n'ait pas agi plus efficacement, si MM. Berthelot et André n'avaient reconnu, que c'est bien plutôt la présence de l'acide carbonique dans l'atmosphère ambiante, que celle de l'ammoniaque, qui règle la dissociation. En disposant l'expérience autrement que dans le cas précédent, on reconnaît la justesse de ces observations.

Pertes d'azote que subit le carbonate d'ammoniaque dans une atmosphère confinée, en présence de soude caustique et d'acide sulfurique.

Expérience n° 3. — En même temps qu'on préparait les conserves à carbonate d'ammoniaque, renfermant des capsules à acide sulfurique dilué pour absorber l'ammoniaque, on en disposait deux autres contenant, outre les capsules à acide sulfurique, des capsules à soude caustique, de façon à soustraire à l'atmosphère ambiante l'acide carbonique, à mesure qu'il s'échappait de la dissolution. On mit en expérience, comme dans le cas précédent, une dissolution renfermant, dans 100 centimètres cubes d'eau, 1,566 milligrammes d'acide carbonique et 558 milligrammes d'azote ammoniacal.

Le 11 septembre, on ouvrit une des conserves renfermant les deux capsules absorbantes; on dosa l'acide carbonique combiné à la soude et l'ammoniaque absorbée : par l'acide sulfurique et l'eau de la soude ; on trouva que le départ de l'acide carbonique

est bien plus rapide que celui de l'ammoniaque. En effet, la soude avait absorbé 62.3 p. 100 de l'acide carbonique introduit, tandis qu'on a dosé seulement dans les liquides absorbants 37.6 centièmes de l'azote ammoniacal primitif.

On voit, en outre, que le départ de l'acide carbonique a singulièrement favorisé la diffusion de l'ammoniaque, puisque dans la conserve où l'acide carbonique n'a pas été absorbé, où, par suite, il formait une part importante de l'atmosphère, 100 d'azote ammoniacal ont laissé échapper : 12, tandis que dans l'atmosphère privée d'acide carbonique par la présence de la soude, 100 d'azote ammoniacal ont perdu 37.6.

Le 18 septembre, on a ouvert l'autre conserve, préparée comme la précédente le 8 septembre. On a trouvé cette fois dans la soude caustique presque tout l'acide carbonique du carbonate d'ammoniaque ; son dégagement détermine celui du gaz ammoniac ; on a dosé tant en dissolution dans la soude que dans l'acide sulfurique : 446 milligr. 3 d'azote ammoniacal.

Ces dosages sont contrôlés par ceux qu'on a exécutés sur la dissolution restant au fond de la conserve. Après trois jours, elle renfermait 338 milligr. 1 d'azote ammoniacal ; après huit jours, 94 milligr. 7 ; c'est-à-dire que si on calcule l'ensemble des dosages, on retrouve en tout 548, au lieu de 558 dans le premier cas et 541 dans le second ; les quantités non retrouvées, restées dans l'atmosphère, sont donc minimes.

Cette expérience se résume par le tableau suivant :

Diffusion de l'acide carbonique et de l'ammoniaque, en présence de soude caustique et d'acide sulfurique.

Le carbonate d'ammoniaque introduit au début renfermait :

Acide carbonique. . . .	1.566 milligrammes.
Azote ammoniacal. . .	558 —

	Après trois jours.	Après huit jours.
	milligr.	milligr.
Acide carbonique dans la soude	1.078	1.518
Azote ammoniacal dans la soude et l'acide sulfurique	210 6	446 3
Azote ammoniacal restant dans la dissolution	338 1	94 7
Azote ammoniacal total retrouvé. . . .	548 7	541
Azote ammoniacal non retrouvé	9 3	17
Azote ammoniacal dégagé de la dissolution, pour 100 introduits.	39 3	83 1

Ces dosages démontrent clairement que la dissolution de carbonate d'ammoniaque perd d'abord, et très rapidement, la plus grande partie de son acide carbonique. Après trois jours, les deux tiers de l'acide carbonique sont diffusés dans la soude; à ce moment, la dissolution primitive n'a perdu qu'un peu plus du tiers de son ammoniaque, mais quand, après huit jours, l'acide carbonique s'est presque entièrement diffusé dans l'atmosphère, pour passer ensuite dans la soude, le gaz ammoniac s'est à son tour échappé de la dissolution.

Ce n'est donc pas la volatilité du carbonate d'ammoniaque qui détermine la perte d'azote de sa dissolution, c'est sa dissociation en acide carbonique et ammoniaque, puis la volatilisation de l'un et de l'autre qui se continue avec d'autant plus d'activité que les gaz émis disparaissent dans les absorbants et que, par suite, leur tension dans l'atmosphère est toujours très faible.

On n'a pas dosé l'acide carbonique restant dans la dissolution, mais en admettant que tout celui qui n'était pas dans la soude ait persisté dans le liquide primitif, ce qui est évidemment exagéré puisqu'une fraction restait certainement dans l'atmosphère, on trouve qu'à la fin l'eau n'en contenait plus que 48 milligrammes. Si on calcule les rapports du carbone à l'azote, au début et à la fin des essais, on trouve qu'à l'origine $\frac{C}{Az} = 1.7$ et à la fin, 0.15.

L'acide carbonique s'échappe donc le premier et, pour prendre l'expression même de MM. Berthelot et André, c'est la « diffusion de l'acide carbonique qui règle la décomposition du bicarbonate d'ammoniaque. »

En résumé, quand nous avons laissé le carbonate d'ammoniaque exposé à l'air, 73.1 p. 100 de l'azote s'est échappé de la dissolution; quand, opérant en vase clos, nous avons favorisé le départ du gaz ammoniac en l'absorbant par l'acide sulfurique, la perte a été minime, bien moindre qu'en opérant à l'air libre sans absorbant pour l'ammoniaque.

Quand, enfin, on a absorbé à la fois l'acide carbonique et l'ammoniaque, la perte s'élève à 83 centièmes.

Ce n'est donc pas la présence, ou l'absence, du gaz ammoniac dans l'atmosphère qui règle le dégagement; c'est celle de l'acide carbonique; pour le démontrer absolument, il nous restait une dernière expérience à tenter.

Perte d'azote d'une dissolution de carbonate d'ammoniaque dans une atmosphère, chargée ou privée d'acide carbonique.

Expérience n° 4. — Cette expérience a encore été comparative. Le 15 février 1898, on a introduit respectivement, dans deux conserves : 200 centimètres cubes d'eau tenant en dissolution 6 grammes de carbonate d'ammoniaque. Les deux vases ont reçu des capsules à acide sulfurique titré; dans l'un, on a introduit en outre une capsule à soude caustique afin d'absorber l'acide carbonique à mesure qu'il se diffusait; dans l'autre conserve, au contraire, on a fait passer un courant d'acide carbonique, prolongé pendant une heure, puis on a retiré le tube à gaz et on a luté le couvercle.

Les conditions de l'expérience sont donc bien différentes : dans un cas, l'atmosphère est privée d'acide carbonique, dans l'autre cas, elle en est très chargée.

Le 23 février 1898 on mit fin à l'expérience, elle conduit aux résultats suivants :

Diffusion de l'ammoniaque dans une atmosphère privée, ou chargée, d'acide carbonique.

Le carbonate d'ammoniaque introduit renfermait :

Acide carbonique	3 gr. 300
Azote ammoniacal	1 gr. 434

	Atmosphère privée d'acide carbonique.	Atmosphère chargée d'acide carbonique.
	milligr.	milligr.
Acide carbonique dans la soude	2.490	»
Azote ammoniacal dans la soude et l'acide sulfurique	891	13
Azote ammoniacal restant dans la dissolution	542	1.420
Azote total retrouvé	1.433	1.433
Azote non retrouvé	1	1
Azote restant dans la dissolution p. 100 d'azote introduit	37 7	99 1

Avant de tirer de cette dernière expérience les conséquences qui en découlent, il convient de résumer en un seul tableau tous les résultats précédents.

TABLEAU N° I. — Déperdition de l'azote ammoniacal de dissolutions de carbonate d'ammoniaque.

Numéros des expériences.	Conditions de l'expérience.	Durée de l'expérience.	*Sur 100 d'azote ammoniacal.* Il en reste dans le liquide.	Il s'en est dissipé.
1. . . .	Air libre	30 jours	26.9	73.1
2. . . .	Vase clos, on absorbe l'ammoniaque seulement. . .	3 jours	87.9	12.1
		8 jours	75.8	24.2
3. . . .	Vase clos, on absorbe l'ammoniaque et l'acide carnique.	3 jours	60.7	39.3
		8 jours	16.9	83.1
4. . . .	Vase clos, on absorbe l'ammoniaque et l'acide carbonique.	5 jours	37.8	62.2
4 *bis* . .	Vase clos, atmosphère d'acide carbonique	5 jours	99.1	0.9

Ces déterminations sont décisives; tandis qu'une dissolution de carbonate d'ammoniaque exposée à l'air perd près des trois quarts de l'azote qu'elle renfermait, qu'elle en perd 85 centièmes si on absorbe à mesure l'acide carbonique et l'ammoniaque émis, elle conserve, au contraire, intégralement son azote quand elle est maintenue dans une atmosphère d'acide carbonique.

Expérience de cours. — Toutes les expériences précédentes exigent des dosages, elles ne peuvent donc pas être montrées pendant la courte durée d'une leçon; il est important, cependant, de faire voir rapidement que si le carbonate d'ammoniaque se dissocie aisément dans une atmosphère d'air normal, il ne perd pas d'ammoniaque dans une atmosphère d'acide carbonique. Il est important de le montrer, car, ainsi que je l'ai reconnu depuis longtemps déjà, l'atmosphère du tas de fumier renferme une proportion très notable d'acide carbonique; si donc, il suffit que le carbonate d'ammoniaque se trouve dans une atmosphère d'acide carbonique pour que l'ammoniaque persiste dans le liquide, nous n'aurons aucune perte d'ammoniaque dans le fumier accumulé sur la plateforme.

L'expérience suivante présente donc un véritable intérêt pour la pratique agricole. On dissout dans 100 centimètres cubes d'eau, 5 ou 6 grammes de carbonate d'ammoniaque; on place ce liquide dans un flacon à deux tubulures, puis on adapte à l'une des tubulures un bouchon muni d'un tube à gaz qui arrive dans un petit flacon vide communiquant lui-même avec un second petit flacon

contenant le réactif de Nelsser, c'est-à-dire une dissolution d'iodure de mercure dans de l'iodure de potassium, rendu alcalin par de la potasse caustique; on sait que l'ammoniaque donne avec ce réactif une coloration rougeâtre, quand elle n'est qu'en très faible quantité et un précipité rouge abondant, aussitôt qu'elle arrive en plus forte proportion.

L'expérience étant ainsi disposée, dirigeons un courant d'air au travers de la dissolution de carbonate d'ammoniaque; l'air entraîne l'ammoniaque et le réactif de Nessler rougit; substituons maintenant, au courant d'air, un courant d'acide carbonique, le réactif de Nessler reste incolore; l'acide carbonique empêche absolument l'ammoniaque de s'échapper de la dissolution.

§ II. — Pertes d'azote de l'urine exposée a l'air, ou maintenue en vase clos, dans l'air ou dans l'acide carbonique.

Il résulte des analyses que j'ai exécutées, il y a plusieurs années déjà [1], que lorsque les fermentations sont régulièrement établies dans le tas de fumier, l'atmosphère y est très chargée d'acide carbonique et, puisque, ainsi que nous venons de le voir, les pertes d'ammoniaque du carbonate deviennent nulles dans une atmosphère chargée d'acide carbonique, on en déduit que les litières, chargées de carbonate d'ammoniaque, apportées au tas de fumier doivent s'y trouver à l'abri de toutes déperditions.

Toutefois, avant d'indiquer comment doit être conduite la fabrication du fumier, il convient de savoir si les matières azotées, contenues dans les urines des animaux de la ferme, non encore transformées au moment où elles sont conduites sur la plate-forme et bientôt soustraites à l'action de l'air, se transformeront bien en carbonate d'ammoniaque; il faut savoir en outre si la présence, ou l'absence de l'acide carbonique dans l'atmosphère, exercera sur la déperdition de l'azote d'un liquide complexe, comme l'est l'urine, une action semblable à celle qu'elle présente dans la dissociation des carbonates d'ammoniaque. C'est pour éclairer cette question, qui est d'un intérêt capital pour la solution du problème posé, qu'on a exécuté les expériences suivantes :

Expérience n° 5. — De l'urine de vache préalablement stérilisée, puis ensemencée avec du crottin de cheval, a été introduite dans des fioles, maintenues dans trois conditions différentes :

1. *Ann. agr.*, t. X, p.385.

1° On a laissé la fermentation se continuer à l'air dans un ballon simplement obturé par de l'ouate ;

2° Dans un flacon ne communiquant avec l'air que par un tube étroit, toujours obturé par de l'ouate, de telle sorte que le renouvellement de l'air fût beaucoup plus difficile que dans le cas précédent. En opérant dans ces conditions très différentes, on imitait ce qui a lieu : d'une part, dans les étables; de l'autre, dans le tas de fumier. Quand l'urine émise tombe sur les litières, elle reste exposée à l'action de l'air pendant un temps variant avec le renouvellement même de ces litières; celles-ci sont ensuite enlevées, portées sur la plate-forme, elles y sont tassées et bientôt soustraites à l'influence de l'air. En outre, comme dans le tas de fumier l'oxygène fait complètement défaut et que les fermentations se produisent dans des atmosphères d'acide carbonique et d'azote, il convenait :

3° De suivre les métamorphoses de l'urine dans une atmosphère d'acide carbonique.

Après un mois, quand on a mis fin à l'expérience, on a dosé : d'une part, l'azote ammoniacal en distillant les liquides avec un peu de magnésie caustique. Les vapeurs émises circulaient au travers du serpentin ascendant de M. Schlœsing et l'ammoniaque était recueillie dans l'acide sulfurique titré. Le résidu de l'évaporation convenablement concentré était introduit dans une fiole avec de l'acide sulfurique pur, pour procéder au dosage de l'azote organique, par la méthode de Kjeddalh.

On a obtenu les résultats suivants :

TABLEAU N° II. — Transformation des matières azotées de l'urine à l'air libre, dans une atmosphère confinée, ou dans l'acide carbonique.

CONDITIONS de l'expérience.	AZOTE introduit.	AZOTE RETROUVÉ			PERTE totale.	PERTE p. 100 de l'azote initial.
		ammoniacal.	organique.	Total.		
	gr. mil.	gr. mil.	gr. mil.	gr. mil.	gr. mil.	
Air libre	0 360	0 119	0 079	0 198	0 162	45
Atmosphère confinée .	0 393	0 316	0 051	0 367	0 026	6.6
Acide carbonique. . .	0 393	0 327	0 044	0 371	0 022	5.6

Un premier point très important se dégage de cette expérience.

On voit que la transformation des matières azotées de l'urine a lieu à l'abri du contact de l'air: il est remarquable que ce soit dans l'atmosphère d'acide carbonique que la proportion d'azote organique restante dans l'urine soit la plus faible. On voit en outre que tout ce que nous avons observé à l'aide des dissolutions de carbonate d'ammoniaque se reproduit avec l'urine. La perte énorme d'ammoniaque à l'air libre s'atténue dans une atmosphère confinée où le dégagement de l'acide carbonique est retardé et diminue encore lorsque, systématiquement, on a introduit cet acide carbonique dans l'atmosphère de la fiole.

Ces faits présentent pour la fabrication judicieuse du fumier une telle importance que nous avons jugé utile de répéter l'expérience en variant les modes d'opérer.

Fermentation de l'urine en vase clos, en absorbant, par l'acide sulfurique, l'ammoniaque émise.

Expérience n° 6. — On a stérilisé à l'autoclave de l'urine de vache, puis on l'a ensemencée avec 2 grammes de crottin de cheval, le tout a été introduit dans une conserve; on a placé au-dessus, sur un trépied de verre, une capsule renfermant de l'acide sulfurique titré; puis on a hermétiquement luté le couvercle de la conserve.

L'expérience a été faite en double, disposée le 10 septembre elle a été interrompue : pour une des conserves, le 15 et pour la seconde, le 21 septembre. Les 100 centimètres cubes d'urine introduite renfermaient 712 milligrammes d'azote. On a obtenu les résultats suivants :

TABLEAU N° III. — Fermentation de l'urine de vache en vase clos (en absorbant l'ammoniaque).

DURÉE de l'expérience.	AZOTE					
	AMMONIACAL		ORGANIQUE	TOTAL	PERDU	
	retrouvé dans l'acide sulfurique.	retrouvé dans l'urine.	retrouvé dans l'urine.	retrouvé.	total.	p. 100 de l'azote primitif.
5 jours.	0	150.5	558.2	708.7	3.3	0.46
11 jours	136	400.0	153.0	689	23	3.2

La fermentation ammoniacale ne s'est produite que lentement; le 15 septembre, cinq jours après le commencement de l'expérience, il reste encore beaucoup d'azote organique et la diffusion de l'ammoniaque déjà formée est nulle; quand cette fermentation est peu active, la perte d'azote est très faible, elle n'atteint pas 0.5 p. 100. Le 21 septembre, la fermentation a fait de grands progrès, puisque près des quatre cinquièmes de l'azote primitif ont passé à l'état d'azote ammoniacal.

A la fin de cet essai, on ne retrouve pas intégralement l'azote introduit; 23 milligrammes ont échappé. On peut certainement penser que toute l'ammoniaque diffusée ne s'est pas condensée dans l'acide sulfurique; mais il n'est pas impossible, d'autre part, qu'une partie de l'azote se soit dégagée à l'état libre; cette recherche sera l'objet d'un travail spécial.

En résumé, nous trouvons qu'en atmosphère confinée, très chargée d'acide carbonique, la plus grande partie de l'azote reste dans le liquide, puisque sur les 712 milligrammes introduits, nous retrouvons à la fin dans l'urine, 553, c'est-à-dire 77 centièmes.

Expérience n° 7. — Nous allons voir qu'il n'en est plus de même quand on opère en vase clos, mais en absorbant l'acide carbonique, ce qui revient à agir à l'air libre, puisque les expériences exposées plus haut montrent que c'est le départ de l'acide carbonique qui entraîne celui de l'ammoniaque.

TABLEAU N° IV. — Fermentation de l'urine en vase clos en absorbant l'acide carbonique et l'ammoniaque.

Azote introduit : 712 *milligrammes.*

	Après cinq jours. — milligr.	Après onze jours. — milligr.
Acide carbonique absorbé	396	1.119
Azote ammoniacal absorbé par la soude	2.5	6.1
— — absorbé par l'acide sulfurique	21.0	343
— — restant dans l'urine	107.5	176.4
Azote organique dans l'urine	584.5	166.6
Azote total restant dans l'urine	692.0	343.0
Azote total restant dans l'urine, p. 100 d'azote introduit	97.1	48.0
Azote total retrouvé dans l'urine et dans les absorbants	715	692
Azote total non retrouvé	0	20
Azote non retrouvé, p. 100 d'azote introduit	0	2.9

Cette expérience est très instructive; nous voyons d'abord, et nous ne saurions trop insister sur ce point, que la fermentation de

l'urine ne s'établit qu'avec une certaine lenteur ; après cinq jours, nous trouvons, en effet, que la quantité de matière organique azotée persistant dans l'urine est assez considérable ; la fermentation s'est établie cependant et déjà l'acide carbonique s'est dégagé et a été recueilli par la soude en proportions notables; malgré cela, il reste encore beaucoup d'ammoniaque dans l'urine.

En somme, à ce moment l'urine conserve encore 97 centièmes de l'azote initial.

Nous avons dit que nous discuterions dans un mémoire spécial la perte d'azote à l'état libre, nous devons faire remarquer cependant ici que la somme des dosages exécutés après cinq jours fournit 715 milligrammes; il y a donc eu une petite indécision de 3 milligrammes dosés trop haut, puisqu'à l'origine on a introduit 712 milligrammes seulement, mais on peut conclure de cet essai : qu'au moins au début, l'urine de vache ensemencée avec du crottin de cheval ne dégage pas d'azote libre.

La dissociation du carbonate d'ammoniaque provenant de l'hydrolyse de l'urée, s'accentue du 15 au 21 septembre; la quantité d'ammoniaque dissoute dans l'acide sulfurique devient considérable; à ce moment, il y a 349 milligrammes d'azote qui se sont échappés de l'urine; elle en renfermait au début 712, on trouve qu'elle a perdu quarante-huit centièmes de l'azote primitif; c'est là évidemment ce qui se produit à l'air libre quand le fumier est sorti des étables, des écuries, ou des bergeries et qu'il est étalé à l'air.

Nous résumons les faits relatifs à la fermentation de l'urine dans le tableau suivant :

TABLEAU N° V — Fermentation de l'urine (*sur 100 d'azote introduit*) :

CONDITIONS de l'expérience.	DURÉE de l'expérience.	RETROUVÉ DANS L'URINE ammoniacal.	organique.	total.	NON RETROUVÉ dans l'urine.
Air libre.	30 jours.	33.0	21.9	54.9	45.1
Communication avec l'air, par un tube étroit . . .	30 jours.	80.4	12.9	93.3	6.7
Atmosphère d'acide carbonique	30 jours.	83.2	11.2	94.4	5.6
Vase clos, en présence d'acide sulfurique. . .	5 jours.	21.1	78.3	99.4	0.6
	11 jours.	56.1	21.4	77.5	22.5
Vase clos, en présence d'acide sulfurique et de soude.	5 jours.	15.1	82.0	97.1	2.9
	11 jours.	24.7	23.4	48.1	51.9

Il est manifeste que la perte d'azote de l'urine en fermentation n'est pas très rapide ; ainsi, après cinq jours, même quand la dissociation du carbonate d'ammoniaque est sollicitée par l'absorption constante de l'acide carbonique, il reste encore 97.21 centièmes de l'azote primitif; on a donc un peu de loisir pour enlever les litières salies, et il est manifeste que si on s'astreignait à curer les bergeries toutes les semaines, on éviterait, en grande partie, les pertes qu'on subit actuellement. Il est bien à remarquer que la fermentation de l'urine est très complète à l'abri de l'air; nous voyons, en effet, après trente jours, que l'urine maintenue dans l'acide carbonique renferme 83.2 centièmes de son azote à l'état ammoniacal.

Toutes ces expériences, il est vrai, ont été exécutées sur de l'urine stérilisée, ensemencée avec du crottin de cheval et avant d'aller plus loin il convenait de savoir si les ferments, provenant des excréments des divers animaux de la ferme, provoqueraient une fermentation ammoniacale complète.

§ III. — Ensemencements de l'urine de vache stérilisée, avec divers ferments.

Il était bien vraisemblable que les ferments de l'urée, si répandus partout, existaient dans les excréments solides des divers animaux de la ferme, cependant il n'était pas inutile de voir avec quelle rapidité ces excréments détermineraient la fermentation de l'urine.

Expérience n° 8. — On s'est borné à déterminer, à la fin de chacune des expériences, les quantités d'ammoniaque et d'azote organique restantes dans l'urine placée dans des fioles simplement obturées par de l'ouate.

TABLEAU N° V. — Urine de vache stérilisée.

Ensemencée avec du crottin de cheval.

DURÉE de l'expérience.	AZOTE introduit.	AZOTE RETROUVÉ		AZOTE PERDU	
		ammoniacal.	organique.	total.	p. 100.
—	—	—	—	—	—
	milligr.				
9 jours . .	639	36.5	535.0	67.5	10.5
20 jours . .	360	215.0	76.0	69.0	19.2
30 jours . .	360	119.0	79.0	162.0	45.0

TABLEAU N° V (*Suite*).

Urine de vache stérilisée, ensemencée avec du crottin de mouton.

DURÉE de l'expérience.	AZOTE introduit.	AZOTE RETROUVÉ		AZOTE PERDU	
		ammoniacal.	organique.	total.	p. 100.
—	—	—	—	—	—
	milligr.				
9 jours . .	648	32.6	586	29.4	4.5
33 jours . .	186	26.0	30	130.0	69.9
38 jours . .	368	133.0	76	159.0	43.2
Urine de vache, stérilisée, ensemencée avec du crottin de porc.					
9 jours . .	647	32.6	546	68.4	10.6
14 jours . .	356	»	Total. 297	59.0	16.5
38 jours . .	356	71.0	58.0	227.0	63.8
Urine de vache, stérilisée, ensemencée avec de la paille.					
38 jours . .	356	124.0	80.0	152.0	42.5

La bouse de vache détermine également la fermentation. Le point sur lequel il convient d'insister de nouveau est le suivant : la fermentation de l'urine n'est pas très rapide, après neuf jours les pertes d'azote sont encore minimes, elles atteignent au maximum un dixième; mais, à mesure que l'exposition à l'air se prolonge, la perte s'accentue. Quand l'urine mise en expériences n'est qu'en petite quantité, que par suite la quantité d'acide carbonique formée est faible, la perte devient énorme, ainsi qu'on le voit dans l'expérience qui a porté sur le crottin de mouton, où l'on avait introduit seulement dans la fiole 186 milligrammes d'azote, puisque dans ce cas la perte s'est élevée à 69.9 p. 100. Il est bien à remarquer enfin que les ferments ammoniacaux existent, non seulement dans les divers excréments solides des animaux, mais aussi dans la paille.

§ IV. — Pertes d'azote d'un mélange : de paille, d'urine et d'excréments solides.

Nous avons déterminé dans les paragraphes précédents les pertes d'azote ammoniacal que subit l'urine placée dans des conditions variées; il nous faut maintenant aborder un problème plus complexe et chercher comment se comporte le mélange de litière, d'urine et d'excréments qui, après fermentation, constitue le fermier.

Les litières de paille sont fournies aux animaux en proportions

variables : tantôt avec une certaine parcimonie, lorsque, par exemple, la paille est marchandise de vente ; parfois, au contraire, toute la paille reste au domaine, soit que les baux en interdisent la vente, soit que les frais de transport étant élevés, enlèvent à cette vente : tout avantage ; on conçoit que dans ces nouvelles conditions les litières deviennent abondantes.

Nous devons donc étudier d'abord quelles pertes d'azote se produisent suivant que les litières sont largement, ou parcimonieusement distribuées.

En outre, les litières séjournent sous les animaux pendant un temps variable ; dans les vacheries, ou les écuries, cette litière est renouvelée souvent ; elle s'accumule, au contraire, dans les bergeries ; nous avons donc à déterminer les pertes d'azote d'un mélange de paille et d'urine après des temps de plus en plus longs.

Enfin, toutes les litières arrivent au tas de fumier, où elles se trouvent dans des conditions très particulières puisqu'elles ne sont plus exposées à l'air, mais bien maintenues dans une atmosphère chargée d'acide carbonique, et nous terminerons ce paragraphe en examinant ce qui arrive aux litières accumulées en tas dans la cour de ferme.

Pertes d'azote quand les litières sont parcimonieusement distribuées.

Expérience n° 9. — Nous avons exécuté sur ce sujet plusieurs séries d'expériences. Nous avons d'abord mis en présence d'un certain poids de paille, un poids d'urine précisément double. Deux essais ont été disposés à la température ordinaire du laboratoire, variant de 10 à 15 degrés ; deux autres, à l'étuve à 30 degrés. On a opéré de la façon suivante : Dans des cuvettes de photographe, on étala 50 grammes de paille, on y ajouta 10 grammes de crottin et enfin, en trois fois, à un jour d'intervalle des volumes égaux d'urine forment en tout, 100 centimètres cubes. Les matières mises en expérience renfermaient :

	gr. mg.	
Pour les 50 grammes de paille	0 230	d'azote.
Pour les 50 — de crottin.	0 039	—
Pour les 100 centilitres d'urine.	0 740	—
Total	1 009	d'azote.

L'expérience, commencée le 4 février 1897, se continua jusqu'au 10. Avec cette quantité d'urine, la paille était bien humectée, il restait au fond des cuvettes du liquide non absorbé.

Quand on procéda au dosage, le 10 février, on introduisit dans un grand ballon tout le contenu de la cuvette, qui fut soigneusement lavée; on réunit les liquides dans le ballon, avec addition de magnésie, et on procéda au dosage de l'ammoniaque. On fit ensuite passer le contenu du ballon dans une capsule de porcelaine, on évapora à sec au bain-marie; la matière sèche fut pesée, brassée avec soin, et l'on en préleva un échantillon pour doser l'azote organique par la méthode Kjeddalh.

On obtint les résultats suivants :

TABLEAU N° VI. — Pertes d'azote d'un mélange de paille et d'urine.
Le rapport de la paille à l'urine $= \frac{1}{2}$

	TEMPÉRATURE du laboratoire.		A L'ÉTUVE à 30°.	
	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
	milligr.	milligr.	milligr.	milligr.
Azote ammoniacal retrouvé. . . .	85	81	39	38
Azote organique —	534	543	634	615
Azote total retrouvé	619	624	673	653
Azote perdu : total.	390	385	336	356
— p. 100 d'azote introduit.	38.6	38.1	33.2	35.2

Les pertes sont moindres à l'étuve qu'à la température ordinaire, ce qui semble dû à la dessiccation plus rapide qui s'est produite quand le fumier a été exposé à 30 degrés. Quoi qu'il en soit, lorsque la paille et le fumier sont dans le rapport de 1 à 2, la perte d'azote dépasse le tiers de la quantité initiale.

Pour réduire cette perte considérable, nous avons tenté, d'une part, d'élever le rapport de la paille à l'urine, nous les avons employés en volumes égaux ; d'autre part, nous avons favorisé la dessiccation du mélange.

Expérience n° 10. — On a placé dans des cuvettes en porcelaine, analogues à celles qui sont en usage chez les photographes, 50 grammes de paille hachée, 10 grammes des excréments de divers animaux et 50 centimètres cubes d'urine distribuée à raison

de : 20 centimètres cubes le premier jour, 20 centimètres cubes le deuxième jour et 10 centimètres cubes le troisième jour.

L'expérience a duré huit jours, à la température ordinaire du laboratoire, c'est-à-dire 10 à 15 degrés, puisque l'opération a été faite en hiver. Dans ces conditions, il ne reste pas de liquide au fond des cuvettes, la masse est relativement sèche; voici les données de l'opération.

TABLEAU N° VII. — Azote organique introduit.

	gr. mg.
Dans 50 grammes de paille	0 230
Dans 50 centimètres cubes d'urine	0 370
Dans 10 grammes de crottin de cheval	0 039
Dans 10 grammes de crottin de mouton	0 048
Dans 10 grammes de crottin de porc	0 047
Dans 10 grammes de bouse de vache	0 042

Quand on mit fin à l'expérience, on dosa l'azote ammoniacal, puis l'azote organique, ainsi qu'il a été expliqué plus haut.

TABLEAU N° VIII.

MATIÈRES mises en expériences.	AZOTE total au début.	AZOTE RETROUVÉ		AZOTE total retrouvé.	AZOTE perdu.	PERTE p. 100 d'azote introduit.
		azote ammoniacal.	azote organique.			
Première série d'expériences du 22 au 27 janvier.						
	gr. mill.	gr. mill.	gr. mill.	gr. mill.	gr. mill.	
Crottin de cheval	0 639	0 044 5	0 548 5	0 593	0 046	7.2
Crottin de mouton	0 648	0 032 7	0 580	0 612 7	0 035 3	5.4
Crottin de porc	0 647	0 033 5	0 543	0 576 5	0 070 5	10.9
Deuxième série d'expériences du 1er au 9 février.						
Crottin de cheval	0 639	0 036 5	0 535	0 571 5	0 067 5	10.5
Crottin de mouton	0 648	0 032 6	0 586	0 618 6	0 029 4	4.5
Crottin de porc	0 647	0 032 6	0 546	0 578 6	0 068 4	10.6

Ainsi, quand les urines arrivent en petites quantités et successivement sur des litières assez abondantes pour les absorber complètement, les pertes se réduisent énormément. Ce mode d'opérer est coûteux, il consomme une quantité de paille considérable; voyons maintenant ce qui arrive lorsque, réduisant le rapport de la paille à l'urine, on favorise la dessiccation.

EXPÉRIENCE N° 11. — On a mélangé dans une grande cuvette

photographique 200 centimètres cubes d'urine et 100 grammes de paille hachée. Le rapport remonte par conséquent à $\frac{\text{Paille}}{\text{Urine}} = \frac{1}{2}$. L'analyse avait décelé, dans 100 grammes de paille : 680 milligrammes d'azote et 302 milligrammes dans 100 centimètres cubes d'urine ; les matières mélangées renferment donc en tout 1,284 milligrammes d'azote ; la masse entière est abandonnée à elle-même du 11 au 12 juin, de façon que l'urine pénètre bien dans la paille. A cette date, le mélange pèse seulement 260 grammes, ce qui montre qu'il s'est déjà desséché ; on en fait 4 lots de 65 grammes chacun, renfermant : 151 milligrammes d'azote provenant de l'urine, et 170 milligrammes provenant de la paille. Ce même jour, on dose l'ammoniaque déjà formée dans le lot n° 1, on en trouve 18 milligrammes ; le dosage de l'azote organique a été manqué.

On procède aux autres dosages, de deux en deux jours, en ayant soin de peser chacun des lots pris séparément ; on trouve ainsi :

TABLEAU N° IX. — Pertes d'azote du fumier exposé à l'air.

Le rapport de la paille à l'urine $= \frac{1}{2}$.

DATES des prises d'échantillons.	POIDS total du fumier.	AZOTE ammoniacal retrouvé dans le fumier.	AZOTE total restant dans le fumier.	AZOTE PERDU	
				Total.	P. 100 de l'azote primitif.
	gr.	milligr.	milligr.	milligr.	
14 juin	39	10 7	310 7	11 3	3.2
16 juin.	27 3	5 2	306 0	15 0	4.7
18 juin.	27	4 2	297 8	23 4	7.2

Cette expérience, dans laquelle le poids de l'urine est double de celui de la paille, conduit donc à des conclusions tout à fait différentes de celles qu'on a tirées de l'expérience n° 10, dans laquelle le rapport de la paille à l'urine était cependant encore $\frac{1}{2}$.

On constate, dans l'expérience n° 10, des pertes notables, tandis qu'elles sont très faibles dans l'expérience n° 11.

Il est facile de saisir la raison de ces différences; l'expérience n° 10 a eu lieu en hiver, la dessiccation de l'urine ne s'est pas produite; nous avons noté expressément qu'il restait de l'urine non absorbée au fond des cuvettes; il en a été tout autrement dans l'expérience n° 12, exécutée au mois de juin : tout le liquide s'est incorporé dans la paille et la fermentation ammoniacale ne s'est produite que très faiblement. Cet arrêt, dû à la dessiccation, ne présente aucun inconvénient puisque la fermentation de l'urine se produit très aisément dans une atmosphère chargée d'acide carbonique comme est celle du tas de fumier.

Si donc on avait dans une exploitation une quantité de paille telle qu'on la pût employer assez largement pour qu'elle retînt complètement les urines, les pertes d'ammoniaque seraient fort diminuées; il est bien à remarquer que cette distribution de litière devrait être plus abondante pendant l'hiver que pendant l'été, où la dessiccation est bien plus rapide.

Cette large distribution de litière ne va pas sans quelques inconvénients : d'abord elle est coûteuse, ainsi que nous l'avons fait observer déjà, et, en outre, le fumier conduit à la plate-forme pourrait être trop sec pour que la fermentation y prît une allure régulière.

Examinons donc ce qui se passe quand les litières sont, au contraire, parcimonieusement distribuées et qu'elles sont insuffisantes pour absorber toute l'urine qu'elles reçoivent, non seulement en hiver, ce que nous avons étudié dans l'expérience n° 10, mais encore pendant les chaleurs de l'été.

Expérience n° 12. — L'opération a été disposée de la façon suivante : quatre cuvettes photographiques ont reçu 25 grammes de paille hachée et 100 grammes d'urine. Chaque cuvette renferme donc 170 milligrammes d'azote apportés par la paille et 820 milligrammes provenant de l'urine, soit, en tout, 990 milligrammes. Avec ces proportions, la paille devient incapable d'absorber tout le liquide.

L'expérience a été disposée le 24 juin; on procède aux dosages de deux en deux jours.

TABLEAU N° X. — Pertes d'azote du fumier exposé à l'air.

Rapport de la paille à l'urine $= \frac{1}{4}$.

	DATES DES DOSAGES			
	26 juin.	28 juin.	30 juin.	2 juillet.
	jours.	jours.	jours.	jours.
Durée de l'expérience	2	4	6	8
	gr.	gr.	gr.	gr.
Poids du fumier.	88	75	53	41
	mg.	mg.	mg.	mg.
Azote ammoniacal dans le fumier.	»	20 9	16 9	14 1
Azote organique dans le fumier. .	»	276 1	254 3	226 2
Azote total du fumier	422 4	297	271 2	240 3
Azote dégagé total.	567 6	693	718 8	749 7
Azote dégagé p. 100 d'azote introduit.	56 3	70 0	72 6	75 7

Cette expérience est très instructive, elle montre quelles pertes excessives se produisent quand les urines ne sont mélangées qu'avec une quantité de paille insuffisante pour les absorber. En deux jours d'exposition à l'air pendant les chaleurs de l'été, plus de la moitié de l'azote introduit s'est dissipée; en quatre jours, la perte est de 70 centièmes; elle monte à 72.6 p. 100 en six jours et à 75.7 p. 100 en huit jours, bien qu'à ce moment-là la dessiccation ait fait de grands progrès; visiblement, même en été, elle ne se produit que trop lentement pour empêcher les déperditions.

On voit parfois dans les fermes mal tenues de la paille amoncelée sans être tassée dans le trou à fumier; elle baigne dans un liquide noirâtre et elle représente assez bien les conditions reproduites dans l'expérience n° 12. Il est clair que cette négligence entraîne la perte d'une grande partie des matières fertilisantes, qu'un peu plus de soin permettrait de conserver.

Dans toutes les expériences précédentes, les pertes d'ammoniaque ont été évaluées par les différences entre l'azote introduit et l'azote restant; pour montrer que c'est bien de l'ammoniaque qui disparaît, il nous restait à disposer une expérience dans laquelle l'ammoniaque serait recueillie; nous avons voulu voir, en outre, ce qu'il adviendrait quand le rapport de la paille à l'urine serait $\frac{1}{3}$.

Expérience n° 13. — On a introduit dans des conserves 20 grammes de paille, renfermant 129 milligrammes d'azote et

60 centimètres cubes d'urine, contenant 522 milligrammes d'azote. Le rapport de la paille à l'urine est donc $\frac{1}{3}$. On a placé dans les conserves une capsule à acide sulfurique et une capsule à soude caustique, puis les conserves ont été hermétiquement closes. L'expérience a été disposée le 18 août et on a procédé aux dosages de trois en trois jours.

TABLEAU N° XI. — Pertes d'azote du fumier.

En vase clos, mais l'absorption de l'acide carbonique et de l'ammoniaque simule ce qui se passe à l'air libre.

Rapport de la parcelle au fumier $= \frac{1}{3}$.

Azote introduit.	avec l'urine (60 c. c.)	522 milligr.
	avec la paille, 20 gr	129 —
	Total.	651 milligr.

DATE des observations.	ACIDE carbonique dosé.	AZOTE ammoniacal dégagé et retrouvé		AZOTE restant dans le fumier			SOMME de l'azote dosé.	AZOTE échappé du fumier.		AZOTE échappé du fumier p. 100 d'azote introduit.
		dans la soude.	dans l'acide sulfurique.	ammoniacal.	organique.	total.		retrouvé dans les absorbants.	non retrouvé.	
Août 1897.	milligr.	milligr.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	
21 août . . .	690 6	non dosé.	21 0	214	385	599	620	21 0	31	7.9
24 août . . .	1.069 0	non dosé.	178 5	256	191 6	447 6	626 1	178 5	25	31.5
26 août . . .	1.069 6	31.3	281 5	154	154 2	308 2	621 0	312 8	30	52.6
1er septembre.	La soude était saturée 1.069 6	21 5	367 5	105	156	261 2	650 0	389	1	59.7

Cette expérience a présenté quelques irrégularités; on avait employé une quantité de soude insuffisante pour absorber tout l'acide carbonigue dégagé; dès le 24 août, la soude était saturée, de telle sorte qu'il est resté de l'acide carbonique non absorbé ce qui a pu retarder le dégagement de l'ammoniaque; en outre, on n'a commencé à rechercher l'ammoniaque dans la soude qu'à partir du 26 août; il y a donc eu un peu d'azote ammoniacal qui a échappé, surtout, sans doute, le 24 août.

La fermentation ammoniacale a été très énergique; en effet, on a introduit avec l'urine 522 milligrammes d'azote; or, on

retrouve, tant dans les absorbants que dans le fumier lui-même :

Le 21 août.	235	milligrammes d'azote ammoniacal.
Le 24 —	434 5	—
Le 31 —	466 8	—
Le 1er septembre. . .	494 0	—

A la fin des essais, la transformation est donc presque complète. On voit, dans le tableau n° XI, que c'est seulement le 1er septembre que la somme de l'azote dosé représente exactement l'azote introduit; dans les autres cas, il a échappé aux dosages de 25 à 31 milligrammes d'azote, sans doute parce que l'absorption de l'ammoniaque par les dissolvants n'avait pas été complète, tandis que dans l'expérience terminée le 1er septembre, qui avait été de plus longue durée, cette absorption avait eu le temps de se produire intégralement.

Il résulte nettement de cette expérience que les pertes d'azote qui se produisent pendant la fabrication du fumier sont dues au dégagement de l'ammoniaque provenant de la fermentation des matières azotées de l'urine.

Il en résulte, en outre, que lorsque le fumier reste humide, lorsque la dissociation du carbonate d'ammoniaque n'est pas favorisée par la concentration des dissolutions, les pertes, bien que encore très considérables, sont cependant moins fortes que lorsque toute la masse reste exposée à l'air.

Arrêtons-nous un instant sur la conclusion capitale qui découle des expériences précédentes. Les pertes énormes constatées pendant la fabrication du fumier sont dues à la dissociation du carbonate d'ammoniaque. Visiblement, si nous empêchons cette dissociation, les pertes seront évitées; or, nous savons que la dissociation ne se produit pas dans une atmosphère chargée d'acide carbonique; nous l'avons montré pour les dissolutions de carbonate d'ammoniaque pour l'urine elle-même, montrons-le une dernière fois pour le fumier.

Pertes d'azote du fumier dans une atmosphère d'acide carbonique.

Expérience n° 14. — Le 12 juin, on introduit dans un grand ballon de 5 litres, 100 grammes de paille et 200 centimètres cubes d'urine.

L'analyse indique, dans ces deux matières, les proportions d'azote suivantes :

Paille.	680 milligr.
Urine.	604 —
Azote total au début.	1.284 milligr.

Le ballon est fermé par un bon bouchon de caoutchouc percé de deux trous, garni de tubes dont l'un, recourbé en dehors, plonge jusqu'au liquide, et dont l'autre, également recourbé, s'arrête au ras du bouchon.

On fait passer un courant d'acide carbonique lavé dans du bicarbonate de soude pendant une heure, on obture les deux tubes avec de l'ouate et on abandonne à l'étuve pendant onze jours. Le 23 juin, on extrait le fumier du ballon ; il n'a pas changé de poids.

On procède aux dosages.

Sur une partie, on dose l'azote ammonical, on en trouve, en rapportant au poids primitif, 525 milligrammes. Ainsi, malgré la présence de l'acide carbonique, la fermentation ammoniacale s'est très bien produite.

On dose ensuite l'azote total sur une autre fraction, on trouve, en calculant pour l'ensemble, 1,300 milligrammes.

Il y a donc une petite irrégularité de dosage puisqu'on obtient à la fin 16 milligrammes de plus qu'on en a introduit; mais l'expérience est décisive. Quand la fermentation de l'urine se produit dans une atmosphère d'acide carbonique, toute l'ammoniaque formée reste dans le liquide, aucune partie ne se diffuse dans l'atmosphère, et c'est là ce qui explique que M. Hébert[1], ni moi, n'ayons pu déceler la moindre trace d'ammoniaque dans l'atmosphère du tas de fumier de Grignon, où la fermentation régulièrement établie entretient constamment une atmosphère très riche en acide carbonique.

Cette expérience se résume dans le tableau suivant :

TABLEAU N° XII. — Fermentation du fumier dans une atmosphère d'acide carbonique.

Rapport de la paille à l'urine $= \frac{1}{2}$.

DURÉE de l'expérience.	AZOTE INTRODUIT par la paille.	par l'urine.	Total.	AZOTE RETROUVÉ Ammoniacal.	Total.	Perte.
—	—	—	—	—	—	—
	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	
11 jours.	680	604	1.284	533	1.300	0

1. *Ann. agr.*, t. XVIII, p. 536.

C'est donc seulement quand les litières salies séjournent sous les animaux, où elles sont exposées à l'action de l'air, que les pertes d'ammoniaque se produisent; elles cessent aussitôt que ces litières accumulées sur la plate-forme s'y trouvent dans une atmosphère chargée d'acide carbonique. C'est donc bien à tort qu'on a voulu ajouter au fumier réuni en tas diverses matières propres à décomposer le carbonate d'ammoniaque; ces additions sont inutiles. La seule précaution à prendre est d'arroser fréquemment de façon à maintenir la fermentation très active.

Les pertes n'ayant lieu que dans les étables, écuries ou bergeries, voyons comment nous devons opérer.

Deux procédés peuvent être employés pour restreindre ou même empêcher absolument les pertes d'azote pendant la fabrication du fumier :

1° Employer assez de paille comme litière, pour qu'elle absorbe complètement les urines; en été, la dessiccation se produit quand le rapport de la paille à l'urine est $\frac{1}{2}$, mais en hiver ce rapport est insuffisant; il faut que le poids de la paille employé atteigne celui des urines qu'elle reçoit. Ce procédé est coûteux et conduit à préparer un fumier très pailleux.

2° Si on emploie un poids de litière plus faible, les urines ne sont pas complètement absorbées et nous nous trouvons devant des litières bien imprégnées de liquide et devant un liquide très chargé de matières fermentescibles.

Examinons d'abord ce qu'il convient de faire de la litière salie. — Si nous nous astreignons à enlever cette litière salie tous les jours pour la conduire sur la plate-forme où elle se trouve bientôt dans une atmosphère chargée d'acide carbonique, la perte sera très faible, elle n'aura lieu que pendant que la litière apportée ne sera pas recouverte par une couche nouvelle. Or, nous avons vu (p. 268) que lorsque la température n'est pas très élevée, la fermentation ammoniacale ne s'établit pas immédiatement; dans bien des cas, elle apparaîtra seulement quand la paille sera déjà recouverte par l'arrivée des litières nouvelles; or, aussitôt que la litière est incorporée dans la masse et que la fermentation s'y établit, l'oxygène est remplacé par de l'acide carbonique et dès lors la volatilisation de l'ammoniaque devient impossible [1].

1. Voyez, sur la composition de l'atmosphère du fumier, *Chimie agricole*, p. 679.

Ainsi, en ne laissant pas les litières imprégnées d'urine sous les animaux, on évite les pertes d'ammoniaque.

Que deviennent les liquides non absorbés ? C'est là ce qu'il reste à discuter.

§ V. — Pertes d'ammoniaque du purin.

A Grignon, les rigoles dans lesquelles arrivent les urines sont lavées à grande eau et tout le liquide s'écoule par des caniveaux jusqu'à la fosse à purin.

Quand on s'en approche, on n'y perçoit pas d'odeur d'ammoniaque; pour nous assurer que le purin n'émettait pas ce gaz, nous avons introduit un tube dans la fosse jusqu'au voisinage du liquide; le tube était lié à des appareils à boule destinés à recueillir l'acide carbonique et l'ammoniaque ; après une heure de passage des gaz dans ces appareils, on a procédé au dosage; on a trouvé :

Acide carbonique.	9 milligr.
Ammoniaque.	0 —

Ainsi, l'atmosphère de la fosse à purin ne renferme pas sensiblement d'ammoniaque.

Nous avons alors prélevé une certaine quantité de ce purin et nous avons cherché ce qu'il renfermait d'acide carbonique et d'ammoniaque; les dosages ont eu lieu en portant le purin à l'ébullition de façon à chasser l'acide carbonique et l'ammoniaque tenus en dissolution dans le liquide. Nous avons trouvé :

Acide carbonique et ammoniaque, par litre de purin. Mars 1898.

Acide carbonique	2 gr. 05
Azote ammoniacal.	0 436

On voit que la quantité d'acide carbonique dissoute surpasse celle qu'exige le bicarbonate; le purin, en effet, provient non seulement des urines entraînées par les lavages des écuries et des étables, mais, en outre, de l'égouttement du fumier où tous les liquides sont saturés d'acide carbonique. La teneur en acide carbonique rendait probable que, exposé à l'air, il ne perdrait guère d'ammoniaque; pour s'en assurer, on a disposé l'expérience suivante :

Expérience n° 15. — Un demi-litre de purin a été placé dans un

flacon; on a fait arriver jusqu'au voisinage de la surface du liquide un tube amenant un courant d'air qui arrivait ensuite dans un tube à boules renfermant l'alcali destiné à recueillir l'acide carbonique, puis un autre appareil à acide sulfurique pour recueillir l'ammoniaque.

Après avoir fait passer 40 litres d'air en vingt-quatre heures, on a procédé au dosage; on a recueilli :

Acide carbonique et ammoniaque entraînés par un courant d'air passant au-dessus du purin.

Acide carbonique	29 milligr.
Ammoniaque	0 —

On a fait encore passer le courant d'air pendant trente-neuf heures, ce qui représente 60 litres; on a trouvé :

Acide carbonique	53 milligr.
Ammoniaque	0 —

Le purin ne perd donc pas, quand il est exposé à l'air, une quantité sensible d'ammoniaque; on conçoit qu'il en soit ainsi ; il représente une dissolution dix fois plus étendue que ne l'est l'urine et il est, en outre, très chargé d'acide carboniqne, ce qui donne, ainsi que nous l'avons vu plusieurs fois au cours de ce mémoire, une grande stabilité au carbonate d'ammoniaque.

Nous avons voulu voir si même le barbotage de l'air au travers du purin, ne déterminerait pas un dégagement d'ammoniaque; on a fait pénétrer de 2 centimètres environ dans le liquide le tube d'amenée de l'air.

On a obtenu les nombres suivants :

Durée du courant d'air.	Volume de l'air passé.	Acide carbonique entraîné.	Ammoniaque entraînée.
—	—	—	—
	lit.	mg.	
10 heures. . . .	20	148 5	0
14 heures. . . .	25	55 4	0
4 heures. . . .	15	59 0	0

Ces expériences sont décisives : le purin ne perd pas d'ammoniaque même quand il est traversé par un courant d'air.

Pour terminer cette opération, on a dosé l'acide carbonique et l'ammoniaque dans le purin qui avait subi l'action de l'air; or, bien que le purin eût subi des pertes considérables d'acide carbonique pendant la durée de l'expérience, il en renfermait à la fin plus qu'à l'origine.

On a trouvé, en effet, en rapportant à un litre :

	Au début.	Après le courant d'air.
	—	—
Acide carbonique.	2 gr. 045	2 gr. 280
Azote ammoniacal	0 436	0 436

L'oxygène de l'air a déterminé la combustion de la matière organique du purin ; il s'est formé constamment, dans ce liquide, de nouvelles doses d'acide carbonique qui ont donné à l'ammoniaque une stabilité complète.

Le purin sur lequel avaient porté ces premières expériences était un peu étendu ; il avait été recueilli après une période pluvieuse ; on a soumis à un courant d'air un nouvel échantillon plus concentré, qui renfermait, par litre :

Acide carbonique.	2.960
Azote ammoniacal.	0.513

On a fait passer, en vingt-neuf heures, 120 litres d'air, qui ont entraîné :

Acide carbonique	216 milligr.
Azote ammoniacal	0 —

Le purin représente donc une dissolution de bicarbonate d'ammoniaque, avec excès d'acide carbonique ; en effet, la formule théorique du bicarbonate d'ammoniaque serait : $CO^3(AzH^4)H$, ou, pour calculer sur l'anhydride carbonique : $CO^2(AzH^4.H)O$, 14 d'azote exigent donc 44 d'acide carbonique ; or, le calcul montre que, dans le premier purin, 436 milligrammes d'azote ammoniacal exigeraient 1 gr. 370 d'acide carbonique, on en a trouvé 2 gr. 045, et dans le second, 0 gr. 513 d'azote ammoniacal correspond à 1 gr. 612 d'acide carbonique, on en trouve 2 gr. 96.

C'est ce grand excès d'acide carbonique qui se renouvelle constamment par la combustion de la matière organique qui empêche la déperdition de l'ammoniaque.

Il est donc tout à fait inutile de traiter le purin par l'acide sulfurique, comme on l'a proposé quelquefois, sans jamais, je crois, l'avoir essayé, car le traitement par un acide de ce liquide très chargé d'acide carbonique devrait être très lent pour éviter la formation de mousses débordantes. Au reste, ce traitement serait absolument funeste, car dans le fumier rendu acide toutes les fermentations habituelles s'arrêteraient et on renoncerait, par cela même, à la fabrication entreprise.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

1. — Les expériences exécutées par MM. Gay et Dupont et qui forment la première partie de ce mémoire montrent que la fabrication du fumier, telle qu'elle est habituellement conduite, entraîne des pertes notables d'azote. Elles confirment complètement les résultats publiés ici même par MM. Muntz et Girard, il y a quelques années.

2. — Ces pertes peuvent être dues à plusieurs causes; il est possible, notamment, que les fermentations variées qui se produisent dans le tas de fumier entraînent le dégagement, à l'état libre, d'une certaine quantité d'azote. Nous exposerons, dans un prochain mémoire, les recherches que nous avons exécutées sur ce sujet spécial. L'odeur manifeste d'ammoniaque que l'on perçoit dans les locaux où séjournent les animaux de la ferme, notamment dans les bergeries mal ventilées, démontre cependant que ce dégagement d'ammoniaque entre pour une part très importante, peut être unique, dans les pertes constatées par les observateurs dont nous avons rappelé plus haut les intéressants travaux.

3. — Nous avons donc été conduit à soumettre à une étude attentive les pertes d'ammoniaque.

L'urée contenue dans les urines se métamorphose aisément en carbonate d'ammoniaque, dont il convenait tout d'abord de suivre la décomposition.

4. — Nous avons reconnu que le carbonate d'ammoniaque exposé à l'air en dissolution étendue, se dissocie, perd d'abord de l'acide carbonique, puis ensuite de l'ammoniaque. Toutes les causes qui favorisent le dégagement de l'acide carbonique entraînent celui de l'ammoniaque, et, au contraire, toutes les fois que le dégagement de l'acide carbonique se restreint, l'ammoniaque persiste dans la dissolution.

Nous n'avons fait que vérifier, sur ce point, les résultats obtenus par MM. Berthelot et André.

Nous y ajoutons, qu'ainsi qu'il était facile de le prévoir, la diffusion de l'ammoniaque du carbonate d'ammoniaque cesse absolument dans une atmosphère d'acide carbonique.

5. — En plaçant de l'urine de vache, préalablement stérilisée, puis ensemencée avec les excréments solides des animaux de la

ferme, ou de la paille, à l'air, ou dans des atmosphères confinées, absorbant l'ammoniaque, ou encore non seulement l'ammoniaque, mais aussi l'acide carbonique, nous avons reproduit toutes les circonstances qui accompagnent la dissociation du carbonate d'ammoniaque. Les pertes d'azote, très fortes, à l'air libre, se restreignent dans les atmosphères chargées d'acide carbonique.

Il est bien à remarquer que, même quand l'urine ensemencée est exposée à l'action de l'air, la fermentation ne s'établit qu'après quelques jours, qu'au début les pertes d'azote sont faibles; mais elles s'accroissent rapidement quand l'exposition à l'air se prolonge. Il est utile d'ajouter que la fermentation ammoniacale se déclare plus rapidement en été qu'en hiver.

6. — Quand on reçoit les urines sur des litières de paille abondantes, qui les absorbent complètement, la masse se dessèche, la fermentation ammoniacale n'a pas le temps de s'établir, et les pertes que subissent les litières qui séjournent sous les animaux sont minimes.

Quand les litières ne sont distribuées qu'en quantités insuffisantes pour absorber toutes les urines émises, les pertes peuvent devenir énormes. On les restreint en s'astreignant à conduire à la plate-forme, le plus souvent possible, tous les jours par exemple, les litières salies.

Elles ne restent exposées à l'air, à la surface du tas, que pendant peu de temps, et comme la fermentation ammoniacale est encore peu active, elles ne subissent que de faibles déperditions; bientôt elles sont recouvertes par les litières nouvellement apportées; or, aussitôt que la paille imprégnée d'urine est incorporée à la masse du fumier, elle devient le siège d'une fermentation très énergique, élevant la température jusqu'à 60 degrés; l'atmosphère confinée dans la masse est dès lors chargée d'acide carbonique et tout dégagement d'ammoniaque cesse absolument.

7. — Les urines non absorbées par les litières sont entraînées par les eaux de lavage des étables, écuries ou porcheries, jusqu'à la fosse à purin, où arrivent les liquides provenant de l'égouttement du tas de fumier. Le purin renferme une quantité d'acide carbonique considérable, suffisante pour retenir dans la dissolution toute l'ammoniaque qui s'y trouve.

En terminant ce long mémoire, qui nous a occupé pendant plus

de dix-huit mois au laboratoire de Grignon, je me fais un plaisir de remercier de leur concours M. Marcille, actuellement chimiste au laboratoire agricole de la Régence de Tunis, qui m'a secondé en 1896, et son successeur à la station agronomique de Grignon, M. Dupont, dont j'apprécie chaque jour davantage l'habileté expérimentale et la consciencieuse activité.

RÈGLE A SUIVRE POUR EMPÊCHER LA DÉPERDITION DE L'AZOTE DU FUMIER

Conduire à la plate-forme, tous les jours, les litières salies. Les disposer à la fourche en tas régulier, de façon que la masse soit bien tassée. Arroser souvent avec du purin. La fermentation très énergique qui s'établit dans le fumièr humide et bien tassé, dégage de l'acide carbonique qui empêche toute déperdition d'ammoniaque.

Par suite, il ne faut incorporer au fumier ni plâtre, ni sulfate de fer; ces additions sont inutiles. Il faut se garder surtout d'introduire dans le fumier de l'acide sulfurique ou même des superphosphates acides, car ces matières arrêtent les fermentations, fermentations qui, nous ne saurions trop le répéter, empêchent absolument le dégagement d'ammoniaque.

Il est rare que les litières soient assez abondantes pour absorber entièrement les urines; celles-ci ne doivent pas séjourner dans les rigoles, mais être entraînées par des lavages jusqu'à la fosse à purin, où arrivent aussi les égouttements du fumier; le purin étant très chargé d'acide carbonique, ne perd pas d'ammoniaque.

Observation. — On est dans l'habitude, dans un grand nombre de fermes, de changer les litières des bêtes à corne, des chevaux et des porcs fréquemment; mais aussi de ne curer les bergeries que beaucoup plus rarement, tous les mois par exemple; on assure que le fumier restant sous les animaux est de très bonne qualité.

Quelque répugnance que j'aie toujours à blâmer les pratiques agricoles généralement adoptées, je crois qu'il faut opérer dans les bergeries comme dans les étables ou les écuries, et changer la litière plus fréquemment qu'on ne le fait habituellement.

REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Physiologie végétale.

Sur la solubilisation des réserves alimentaires des graines et des bulbes, par K. Puricwitsch[1]. — L'auteur met des graines de blé et de maïs en contact avec de l'eau distillée, après leur avoir enlevé embryons et scutellums. (Il faut éviter l'immersion complète des graines, qui amènerait la mort par manque d'oxygène.) Dans ces conditions, il a toujours vu se répéter les phénomènes de solubilisation qui caractérisent la germination : les réserves alimentaires contenues dans les cellules de l'albumen sont dissoutes et les cellules se vident absolument comme celles des graines intactes, pendant la germination.

En remplaçant l'eau distillée par des solutions de substances salines ou organiques figurant parmi les produits de la germination, l'albumen se vide bien plus lentement et les phénomènes s'arrêtent pour une concentration déterminée de la solution. Les albumens traités par les anesthésiques (éther et chloroforme) ont perdu la propriété de solubiliser leur contenu.

Les mêmes résultats ont été obtenus avec des cotylédons de lupins et de haricots, avec des tubercules et des bulbes privés de leurs embryons. Il semble donc que la présence de l'embryon n'est pas la cause déterminante et essentielle des phénomènes de solubilisation des réserves. Ceux-ci sont possibles toutes les fois que les matières solubles trouvent un écoulement facile.

Toutefois, l'embryon sécrète, sans doute, des diastases qui pénètrent dans l'albumen et activent beaucoup sa digestion; car on a pu constater, au cours des expériences, que la solubilisation était bien plus rapide quand on laissait à l'albumen quelques fragments de l'embryon : scutelle, tigelle, etc.

Les bulbes et les cotylédons épuisés par ces expériences se remplissent de nouveau de réserves alimentaires, quand on leur donne des solutions appropriées. *Allium cepa* est l'espèce la plus facile à observer; au bout de six jours de contact avec une solution de saccharose à 5 p. 100, on a constaté, dans des bulbes de cette plante, des quantités notables de glucose et une sensible augmentation de turgescence.

Les albumens de blé et de maïs, au contraire, ne survivent pas à leur épuisement. Leur mission est terminée; ils sont incapables d'absorber et d'emmagasiner à nouveau. A. C.

Relations de la fonction chlorophyllienne avec les plastides et le cytoplasme, par L. Kny[2]. — La chlorophylle n'est capable d'assimiler le carbone qu'à l'intérieur de la cellule vivante, avec le concours simultané des plastides et du cytoplasme.

1. *Ber. der D. bot. Ges.*, XIV, d'après *Bied. Centr.*, 1898, p. 206.
2. *Ber. der D. bot. Ges.*, 1897, p. 388, d'après *Bied. Centr.*, 1898, p. 212.

La disparition de l'un quelconque de ces deux facteurs empêche l'accomplissement de la fonction chlorophyllienne, soit qu'on isole le cytoplasme en tuant les plastides, soit qu'au contraire on isole les plastides par une dissection délicate, on ne peut constater la décomposition d'acide carbonique; il ne se produit pas le moindre dégagement d'oxygène.

Cependant, malgré cette dépendance étroite, la chlorophylle possède une individualité propre; elle réagit autrement que le cytoplasme et les plastides sous l'influence de l'excitant électrique, par exemple, et de tous les agents physiques. L'électricité favorise l'accomplissement de la fonction chlorophyllienne, tandis qu'elle désorganise les plastides. A. C.

Influence de la lumière solaire diffuse sur le développement des plantes, par M. J. Wiesner [1]. — L'auteur avait constaté, il y a quelque temps [2], qu'il n'existait qu'une différence relativement faible entre l'intensité des rayons directs du soleil et celle de la lumière diffuse. Etant donné que les plantes sont exposées plus souvent à la lumière diffuse qu'à l'influence solaire directe, M. Wiesner recherche si des végétaux soumis seulement à la lumière diffuse peuvent parvenir à leur entier développement; il a trouvé que diverses plantes : *Impatens Balsamina, Reseda odorata, Tropælum majus* et *Ipomœa purpurea*, pouvaient, dans ces conditions, arriver à floraison et à fructification complètes. A. Hébert.

Sur la résistance des graines à l'immersion dans l'eau, par M. H. Coupin [3]. — Le transport par l'eau est un des moyens de dissémination que la nature met à profit pour répandre au loin les graines des végétaux. Darwin et Ch. Martins ont étudié leur transport par l'eau de mer et ont montré qu'un certain nombre de graines résistent à son action nocive et peuvent encore germer après leur immersion. M. Coupin a abordé le problème analogue se rapportant à l'eau douce, qui doit concourir également dans une large mesure à la propagation des plantes.

Il a laissé diverses graines soit dans l'eau confinée, soit dans l'eau renouvelée toutes les vingt-quatre heures, et a recherché après combien de jours arrivait la mort.

Les résultats se sont montrés fort différents suivant les espèces et les conditions. Certaines résistaient le même temps dans l'eau confinée ou renouvelée (lin, pavot); d'autres résistent mieux dans cette dernière (moutarde, millet, betterave, tomate, etc.); d'autres enfin vivent plus longtemps dans l'eau confinée (mauve, blé, avoine, asperge).

L'immersion dans l'eau confinée, même pendant un temps assez court (vingt-quatre ou quarante-huit heures), diminue fortement le pouvoir germinatif; certaines graines subissent aussi de ce fait un retard dans leur germination.

A. Hébert.

1. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1287.
2. *Deukschriften der Wiener Academie der Wiss.*, Bd 64, 1896.
3. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1365.

Etudes sur les phénomènes antagonistes qui se produisent simultanément dans les transformations des principes immédiats des plantes pendant la période de maturation et la période de repos, par W. Johannsen[1]. — Les périodes diverses de la vie des plantes sont caractérisées par une forme spéciale des transformations chimiques des principes immédiats. Pendant la période de maturation, ce sont les phénomènes de condensation qui dominent, amenant la formation des polysaccharides destinés à servir de réserves; pendant la germination, au contraire, les réserves s'hydrolisent, donnant naissance à des produits solubles d'une circulation plus facile.

Pour prendre un exemple, il est probable que la fécule des pommes de terre arrive dans les tubercules sous forme de saccharose ; c'est par condensation des molécules de sucre que se forme la fécule et ces phénomènes de condensation continuent pendant la période de repos du tubercule. Quand il est planté et qu'il germe, l'inverse se produit et la fécule passe à l'état de glucose.

Il est permis de se demander si ces deux phénomènes, absolument inverses, ne s'accomplissent pas simultanément. D'après une ancienne observation de Müller-Thurgau, il se produirait en même temps dans la pomme de terre à l'état de repos, des condensations et des hydrolises : il se forme à la fois de l'amidon et du sucre.

L'auteur a cherché à généraliser ces observations en se basant sur l'action des anesthésiques. Ces agents arrêtent l'assimilation du carbone; peut-être arrêtent-ils aussi les phénomènes de condensation.

S'il en est ainsi, on verra après traitement à l'éther, augmenter les quantités de sucres et d'amides contenues dans les graines en voie de maturité.

L'expérience a confirmé l'hypothèse. Sous l'influence des anesthésiques, les phénomènes de condensation sont ralentis et on constate l'existence simultanée de phénomènes d'hydrolise qui prennent alors le dessus.

Il reste à étudier ce qui se passe chez les plantes en état de repos.

A. C.

L'humidité du sol, par M. Passerini[2]. — L'auteur a observé, au cours de la sécheresse de 1894, que les plantes bien fumées aux engrais chimiques souffraient à peine du manque d'eau, alors qu'en l'absence d'engrais la récolte était nulle.

Le fait a été déjà signalé et étudié depuis longtemps par M. Dehérain.

M. Passerini explique ce phénomène de la façon suivante : les engrais salins augmentent le pouvoir hygroscopique du sol et mettent les plantes à même de mieux profiter de l'humidité qu'elles y trouvent (?).

Les échanges d'humidité entre le sol et l'air dépendent de la température, mais surtout de l'état hygrométrique de l'air.

La nature physique du sol a d'ailleurs une extrême importance, sur l'utilisation par les plantes de l'humidité qu'il contient. Voici, par exemple, la teneur en humidité de deux sols, jusqu'à un mètre de profondeur : le sol A

1. Extrait du *Bied. Centralblatt*, n° 11, d'après les Mémoires de l'Académie royale des Sciences et des lettres de Danemark, Copenhague, t. VIII.

2. *Bied. Centralblatt*, mars 1898, d'après *Bollettino della scuola agrario di Scandici*, Anno II. Firenze.

est argileux et a beaucoup souffert de la sécheresse qui a presque totalement arrêté la végétation; le sol B est sableux et meuble, la vigne ne paraît pas y avoir beaucoup souffert. Les deux sols contenaient :

	A	B
à la surface.	2.20	0.60
à 0m,10 de profondeur.	7.71	4.19
à 0m,20 —	8.76	7.51
à 0m,40 —	12.77	9.13
à 0m,60 —	14.61	10.53
à 0m,80 —	15.92	11.17
à 1m00 —	18.01	11.88

Dans les deux cas, l'humidité va en croissant jusqu'à la profondeur d'un mètre; bien que le sol argileux contienne à la surface plus de trois fois autant d'eau que le sol sableux, c'est dans ce dernier que la végétation a le moins souffert, parce qu'il a cédé bien plus facilement aux plantes l'eau dont elles avaient besoin. A. C.

Etudes sur les renflements moteurs des feuilles de Phaseolus et d'Oxalis, par S. SCHWENDENER [1]. — Les feuilles d'un certain nombre de plantes sont très sensibles aux modifications d'intensité de la lumière et prennent par rapport à l'axe des dispositions variables avec cette intensité.

Les mouvements provoqués de ce fait sont déterminés par des changements dans l'état de turgescence du parenchyme de renflements spéciaux, situés à la base du pétiole des feuilles mobiles. La forme de ces organes est telle qu'une augmentation de turgescence les oblige à se replier sur eux-mêmes en courbes concaves. Il y a, d'ailleurs, dans chaque renflement, deux moitiés disposées en sens inverses : une moitié supérieure et une moitié inférieure.

On avait admis jusqu'à présent que les mêmes causes produisaient sur les deux moitiés des renflements les mêmes effets, et, pour expliquer comment certaines plantes, plongées dans l'obscurité, laissent tomber leurs feuilles tandis que d'autres les relèvent, on considérait les deux moitiés comme deux ressorts antagonistes, de puissance inégale. A la lumière, le plus faible, renforcé, équivalait à l'autre ; mais, à l'obscurité, le plus puissant des deux l'emportait et c'était, suivant les cas, le renflement supérieur (plantes dressant leurs feuilles à l'obscurité) ou le renflement inférieur (feuilles baissées à l'obscurité).

M. Schwendener avait déjà observé autrefois, sur la Sensitive, que, contrairement à l'opinion exposée ci-dessus, la suppression de la lumière agit différemment sur les deux moitiés des renflements moteurs. De nouvelles expériences sur *Phaseolus* sp.? et *Oxalis tetraphylla* Cav., *grandifolia* D. C., *lasiandra* Zucc., *Esculenta hort.* et *Valanii hort.* ont confirmé les premiers résultats de l'auteur.

L'expérience consiste à supprimer l'une des moitiés du renflement et à noter, d'une façon précise, l'inclinaison du pétiole par rapport à l'axe. On

1. *Sitzungberichte der K. preuss Akad. der Wissensch. zu Berlin*, séance du 3 mars 1898.

place alors la plante à l'obscurité et on observe les modifications produites dans l'inclinaison de la feuille.

Quelle que soit la situation de la moitié conservée du renflement moteur, le mouvement de la feuille se fait dans le même sens; à l'obscurité, les feuilles se dressent, chez les plantes examinées. Il faut pour cela que la diminution d'intensité de la lumière agisse d'une façon opposée sur les deux moitiés du renflement moteur. Elle augmente la turgescence de la moitié supérieure, tandis qu'elle diminue celle de la moitié inférieure.

M. Schwendener signale, en outre, chez Oxalis la présence sur les renflements moteurs de plis semblables aux plis internes des doigts de la main, qui facilitent beaucoup les changements de forme des renflements. A. C.

Sur la matière de réserve de la Ficaire, par M. LECLERC DU SABLON[1]. — Poursuivant les études qu'il a commencées sur les matières de réserve de diverses plantes[2], l'auteur a examiné la Ficaire au point de vue des diverses hydrates de carbone qui peuvent s'y emmagasiner.

La période active de la végétation de cette plante s'étend du mois de septembre au mois de mai. Dans le midi de la France, pendant l'été, le végétal se réduit à quelques racines renflées et attachées à un court rhizome. En septembre, il développe des bourgeons, puis des feuilles qui viennent s'étaler à la surface du sol; en décembre, les fleurs apparaissent et s'épanouissent successivement jusqu'en avril. Au mois de février, il se forme de nouvelles racines qui se remplissent de matières de réserve, tandis que les anciennes se vident peu à peu. En mai, les feuilles se dessèchent et la vie de la plante se ralentit.

M. Leclerc du Sablon a suivi pendant toute une année la marche des hydrates de carbone : sucres réducteurs, sucres non réducteurs, amidon et dextrine. Il a constaté que, pour la Ficaire, les quantités de matières amylacées et de sucres non réducteurs étaient constamment complémentaires; pendant la vie ralentie, la réserve est surtout sucrée ; avant et après, elle est amylacée. Voici d'ailleurs les conclusions du travail :

Dans le cours de l'évolution de la plante, l'amidon se transforme en dextrine, puis en sucre non réducteur dans deux circonstances : 1° en mai et juin, lorsque la vie se ralentit; alors la transformation s'arrête au sucre non réducteur qui est mis en réserve ; 2° à partir du mois d'octobre, lorsque les réserves sont consommées ; mais alors le sucre non réducteur provenant des matières amylacées donne, à son tour, du glucose directement assimilable. A. HÉBERT.

Chimie agricole.

Sur les modifications subies dans le sol par l'acide phosphorique des superphosphates et des scories de déphosphoration, par St. SMORAWSKI et Dr H. JACOBSON[3]. — L'acide phosphorique soluble à l'eau des superphos-

1. Voir *Ann. agr.*, t. XXIII, p. 90.
2. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 913.
3. *Blatt für Zuckerrübenbau*, 1897, d'après *Bied. Centr.*, 1898, p. 152.

phates se transforme rapidement dans le sol en composés insolubles; il a donc la même valeur que l'acide soluble au citrate des scories de déphosphoration, et d'anciennes expériences des auteurs ont mis en évidence l'égalité d'action des deux formes d'engrais phosphatés.

Cette conclusion a été récemment combattue par le D[r] Ullmann et le D[r] Geslach, qui ont pu retrouver, après un an de contact, une partie de l'acide soluble à l'eau ajouté à un sol sous forme de superphosphate; la totalité de l'acide ajouté se dissolvait dans l'eau chargée d'acide carbonique.

MM. Smorawski et Jacobson ont repris ces expériences : ils ont ajouté à une terre pauvre en acide phosphorique 1 p. 100 et 1 1/2 p. 100 de superphosphates et de scories, et ils ont soumis le mélange à l'action de l'eau saturée d'acide carbonique; l'attaque a été prolongée pendant vingt-quatre heures. Au bout d'un temps très court, les deux engrais phosphatés se comportent d'une façon identique vis-à-vis du nouveau réactif, ce qui confirme l'opinion précédemment émise par les auteurs sur leur complète équivalence. A. C.

L'analyse du sol par les plantes, par le D[r] Wilfarth, de Bernbourg [1]. — L'auteur propose un ingénieux moyen de déterminer directement, par l'intermédiaire des plantes, les quantités réelles des principes fertilisants *assimilables* contenues dans les terres cultivées.

On commence par prélever un échantillon du sol avec une sonde de 8 à 9 centimètres de diamètre, qu'on peut enfoncer au moyen de deux poignées; on descend jusqu'à la profondeur atteinte par les extrémités des racines et, en relevant l'appareil, on retire un cylindre de terre que l'on répartit dans trois vases à expérience.

Supposons qu'il s'agisse de déterminer la richesse de cette terre en acide phosphorique. Pour y réussir, nous y sèmerons une plante et nous lui donnerons une fumure copieuse d'engrais azotés et potassiques, etc., mais pas d'engrais phosphatés, de manière que la plante soit abondamment pourvue de tous les principes fertilisants, sauf l'acide phosphorique.

Dans ces conditions, la plante absorbera la totalité de l'acide phosphorique assimilable pour elle, et son analyse donnera, par conséquent, la quantité réelle d'acide phosphorique assimilable contenue dans le vase à expériences. On réunira les trois résultats qui correspondent à un sondage et, comme on connait la section du cylindre de terre échantillonné, un calcul très simple donnera le poids d'acide phosphorique assimilable contenu dans un hectare de terre jusqu'à la profondeur du sondage. Les terres très riches en acide phosphorique seront ramenées à un taux inférieur par mélange avec un sol stérile ou très pauvre.

Il est préférable d'employer à ces essais des plantes dont la récolte et l'analyse soient très simples; la carotte s'y prête à merveille.

Mais les résultats fournis par cette méthode ne sont applicables qu'à la plante expérimentée.

1. *Chem. Zeit.*, 1897, d'après *Biel. Centr.*, 1898, p. 223.

Le Dr Wilfarth soumet son idée au contrôle des chercheurs; il serait très intéressant de vérifier l'exactitude des chiffres fournis par ces essais et de les rapprocher des expériences de plein champ. A. C.

Sur la saccharification de l'amidon par l'amylase du malt, par M. Henri Pottevin[1]. — Jusqu'à ces derniers temps, on admettait que la transformation de l'amidon en dextrine et en maltose avait lieu par une série d'hydratations et de dédoublements successifs; mais Brown et Héron trouvèrent pour toutes les dextrines : des poids moléculaires égaux, même composition centésimale, même pouvoir rotatoire, même absence de pouvoir réducteur; la transformation devait donc se faire en passant par des intermédiaires bien définis et dont la différenciation pouvait tenir à leur état physique, ainsi que M. Duclaux en fit l'hypothèse.

L'auteur a effectué un certain nombre d'expériences qui semblent confirmer cette manière de voir ; il a vérifié le fait que l'amidon passe par l'état intermédiaire de dextrine avant de donner du maltose sous l'influence du ferment soluble du malt. Les dextrines qu'il a obtenues étaient identiques au point de vue de leurs propriétés et n'ont montré que des différences d'état physique. Enfin, l'empois d'amidon traité par la diastase se transforme avec une inégale rapidité pour les diverses parties de la masse : les unes sont encore intactes alors que d'autres sont passées à l'état de dextrine et d'autres de maltose, ce qui rend compte des particularités et des anomalies que présente la saccharification. A. Hébert.

Sur la nutrition azotée des plantes phanérogames à l'aide des amines des sels d'ammonium composés et des alcaloïdes, par M. L. Lutz[2]. — Jusqu'ici, l'alimentation azotée des plantes par les amines, les ammoniaques composées et les alcaloïdes était très controversée et est restée assez incertaine. L'auteur apporte sa contribution à cette difficile étude et cherche à nourrir les végétaux par l'intermédiaire des corps que nous venons de citer, en prenant toutes les précautions antiseptiques pour empêcher le ferment nitrique d'intervenir et de transformer les matières azotées en nitrates qui seraient absorbés par les plantes, ce qui aurait pu provoquer de fausses déductions. Les graines provenant de la même plante et dont une partie a servi à l'analyse, étaient stérilisées au sublimé et ensemencées dans des pots renfermant du sable lavé ; contenant et contenu avaient été calcinés au rouge. Les pots étaient placés sur un cristallisoir de grande dimension stérilisé au bichlorure de mercure et renfermant une dissolution de ce sel. Sur le cristallisoir était disposée une cloche à douille qui plongeait dans le liquide dont nous venons de parler et qui constituait ainsi une fermeture hydraulique. La douille laissait passer deux tubes stérilisés garnis de coton dont l'un plongeait jusqu'à la partie inférieure de la cloche et communiquait avec un propulseur d'air. Chaque culture recevait une certaine portion de liquide

1. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1223.
2. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1227.

nutritif non azoté additionné de 0 gr. 5 à 1 gramme du chlorhydrate de l'amine employée.

Toutes ces liqueurs étaient stérilisées à l'autoclave ainsi que l'eau distillée servant aux arrosages.

La croissance et l'analyse des plantes obtenues ont donné à M. Lutz les résultats suivants :

Les phanérogames peuvent assimiler l'azote des sels d'amines employés sans transformation de ces substances en sels ammoniacaux ou en nitrates, mais seulement pour les amines à poids moléculaire peu élevé. Ainsi, tandis que les méthylamines constituent d'excellents aliments azotés, la benzylamine, la pyridine, la glycolamine, la bétaïne ne peuvent fournir leur azote aux végétaux.

Les alcaloïdes ne sont pas assimilables; les amines phénoliques constituent des poisons violents.

Enfin, les plantes soumises au traitement des corps azotés non assimilables ont perdu une certaine quantité de leur azote initial, vraisemblablement par suite d'un phénomène d'autofermentation, puisque toutes les précautions étaient prises pour empêcher l'action des microorganismes. Cet azote, d'après les constatations de l'auteur, disparaîtrait à l'état libre.

A. Hébert.

Sur les avoines chocolatées, par M. Balland[1]. — On désigne sous ce nom certaines avoines d'Algérie et du Levant, dont les grains ont une nuance brun foncé, rappelant celle du chocolat; elles apparaissent seulement dans certaines années et tous les grains n'affectent pas la coloration brune qu'on suppose due à une brusque insolation ardente, après que les grains se sont trouvés mouillés. Un certain nombre d'analyses ont montré à l'auteur que la composition de ces avoines ne s'écarte guère de celle des avoines ordinaires.

A. Hébert.

Le nitrate de soude et le perchlorate de potasse, par M. Wagner. — On avait déjà observé, il y a quelque temps, l'action nocive du nitrate de soude dans certains cas particuliers[2]. M. Sjollema attribuait ce fait à la présence, dans cet engrais, d'une petite quantité de perchlorate de potasse, tandis que M. Stutzer estimait que ces échecs dépendaient plutôt de circonstances indépendantes de l'application du nitrate.

Dans un article paru dans le *Journal d'Agriculture pratique*[3], M. Grandeau rend compte des expériences exécutées par M. Wagner pour trancher la question restée en suspens.

Cet auteur a constaté tout d'abord, dans les nitrates, la présence à peu près constante de proportions de perchlorate variant généralement de 0,5 à 1,65 p. 100. En exécutant des expériences personnelles et en faisant une enquête auprès de cultivateurs ayant employé des nitrates perchlorates,

1. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1289.
2. Voir *Annales agronomiques*, t. XXIII, p. 238.
3. 1898, t. I, p. 49.

M. Wagner a constaté partout les effets bienfaisants de ces engrais et les excédents de rendements ordinaires qui leur sont dus.

On a également recherché les quantités maxima de nitrates que les végétaux peuvent supporter sans en souffrir. Les expériences ont porté sur l'avoine qui a été semée dans des pots contenant 6 kilos de bonne terre et 5 grammes de phosphate de potasse; après avoir réservé un certain nombre de témoins, les autres pots ont reçu des doses croissantes de nitrate de soude. On a obtenu les résultats suivants :

NUMÉROS des expériences.	QUANTITÉ DE NITRATE Par vase.	Correspondant à l'hectare.	RÉCOLTE MOYENNE Paille.	Grains.
	gr.	quint.	gr.	gr.
1	0	0	11,7	6,5
2	0,5	10	107,5	65,2
3	1,0	20	164,4	111,4
4	1,5	30	205,4	153,3
5	2,0	40	232,0	176,6
6	2,5	50	232,7	184,3
7	3,0	60	231,2	199,3

Ces chiffres montrent bien que les végétaux peuvent supporter en nitrate de soude des doses énormes qui ne sont jamais atteintes dans la pratique, car l'on n'emploie guère dans les champs que des épandages de 400 à 500 kilos à l'hectare au maximum.

On doit donc conclure de cette intéressante étude que le nitrate de soude, renfermant même une petite proportion de perchlorate, et employé à hautes doses, ne peut causer aucun dommage aux plantes auxquelles il est distribué. Les insuccès, s'il s'en produit, doivent être attribués à une cause indépendante de l'épandage de cet engrais. A. Hébert

Recherche de la sciure de bois dans les farines, par M. A. Le Roy [1]. — Des industriels peu scrupuleux ont falsifié les farines de qualité inférieure et contenant normalement des débris cellulosiques de grains, avec de la sciure de bois, dont la valeur nutritive n'est certes pas à comparer avec celle de la substance à laquelle on la mélange. Il est donc intéressant de pouvoir déceler cette fraude. M. Le Roy emploie à cet effet la phloroglucine en solution alcoolique fortement acidifiée par l'acide phosphorique. La farine suspecte chauffée très légèrement avec ce réactif, donne une coloration rouge carminé intense aux particules de sciure de bois. La cellulose des grains ne prenant dans ces conditions qu'une couleur à peine marquée et l'amidon restant incolore, il est facile de déterminer la sophistication qu'on a pu faire subir aux farines. A. Hébert.

Sur la physiologie du gentianose; son dédoublement par les ferments solubles, par M. E. Bourquelot [2]. — La préparation d'un hydrate de carbone spécial extrait de la gentiane par MM. Bourquelot et Nardin a déjà été

1. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1047.
2. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1045.

signalée ici même [1]. Le premier de ces auteurs a continué l'étude de cette substance dont les propriétés présentaient une certaine analogie avec celles du sucre de canne.

Ce dernier, dans les végétaux, est dédoublé à une certaine période de la végétation par un ferment soluble spécial, l'invertine, qui l'hydrolise et le transforme en dextrose et lévulose. Le gentianose subit dans la gentiane un dédouhlement analogue : la plante, triturée au mortier et lavée à fond avec de l'alcool fort, est desséchée à basse température et mise en contact avec une solution de gentianose qui primitivement ne réduit pas la liqueur de Fehling et qui provoque au contraire cette réduction après quelque temps de séjour avec la plante desséchée.

Par un fractionnement convenable du végétal, l'auteur s'est assuré que le ferment dédoublant est contenu dans la partie aérienne de la gentiane. Le phénomène signalé est bien le fait d'un ferment soluble, car si l'on soumet la plante à l'action de l'eau bouillante avant de l'employer, on ne constate plus d'action sur la gentianose.

Pour rechercher si ce ferment était spécifique, spécial à la gentiane et par conséquent nouveau, on a essayé de provoquer le dédoublement de la gentianose par les ferments hydrolisants déjà connus : invertine de la levure, diastase de l'orge, diastase de la salive, émulsine, ferments solubles des cultures d'*Aspergillus niger*. La diastase et l'émulsine n'agissent pas, mais l'invertine et le liquide d'*Aspergillus* dédoublent la gentianose. Le dernier de ces ferments en provoque le dédoublement complet, tandis que l'invertine ne l'hydrolise pas entièrement. L'auteur explique ces résultats en rappelant que le liquide d'*Aspergillus*, outre de l'invertine, tient encore en dissolution d'autres ferments hydrolisants des polyglucoses. On peut en déduire que les hydrates de carbone se trouvent dans la molécule de gentianose en partie sous forme de saccharose que dédouble l'invertine, alors qu'il reste un polyglucose que seul peut hydroliser l'un des ferments solubles de l'*Aspergillus*.

A. HÉBERT.

Fermentation alcoolique sans cellules de levure par M. E. BUCHNER [2].— Il y a quelques mois, M. Buchner annonçait qu'il était parvenu à obtenir la fermentation des jus sucrés sans employer les cellules de levure de bière, mais simplement par le contact du liquide provenant de la pression de cette levure.

Cette découverte a été depuis confirmée par l'auteur, qui a fait une étude détaillée des conditions dans lesquelles pouvait s'exécuter cette expérience. Le liquide employé se prépare de la façon suivante : on mélange 1 kilo de levure de brasserie de fermentation basse, pressée et non additionnée de fécule, avec son poids de sable quartzeux et 250 grammes de terre d'infusoires; on broie, on additionne de 100 grammes d'eau et on soumet dans un linge à une pression de 400 à 500 atmosphères. On recueille ainsi 300 centimètres cubes environ. La masse restante est broyée à nouveau, tamisée,

1. *Annales agronomiques*, ce volume, p. 141.
2. *Berichte der Deutsch. chem. Gesellschaft*, t. XXX, p. 117 et p. 1110.

mélangée avec 100 nouveaux centimètres cubes d'eau, et pressée; on obtient 150 autres centimètres cubes de liquide. On a donc en tout 500 centimètres cubes de liquide qu'on agite avec quelques grammes de terre d'infusoires et qu'on filtre à plusieurs reprises jusqu'à limpidité complète.

La liqueur ainsi préparée est jaunâtre, un peu opalescente et présente l'odeur de la levure; elle coagule abondamment par la chaleur, donne 7 à 10 p. 100 de résidu sec, 1.15 p. cent de cendres et contient 3.7 de matières albuminoïdes.

Mélangé avec son volume d'une solution concentrée de saccharose, de dextrose, de lévulose ou de maltose, ce liquide provoque, en un espace de temps variant d'un quart d'heure à une heure, un dégagement d'acide carbonique pouvant durer plusieurs jours. Le lactose et la mannite, sucres non fermentescibles par les cellules de levure, ne fermentent pas davantage sous l'inflence du liquide de levure.

Les solutions fermentées ne présentent pas traces d'organismes au microscope, mais laissent déposer un peu de substances albuminoïdes coagulées probablement par l'acidité qu'acquièrent les liqueurs. La présence de chloroforme, le passage à travers des filtres stérilisés ou des papiers dialyseurs, n'empêchent pas la fermentation, mais la retardent dans une faible mesure.

Le suc de levure perd son pouvoir ferment avec le temps, en cinq jours environ quand on le maintient en flacons dans l'eau glacée; ce délai peut devenir trois fois plus grand si on ajoute au liquide une solution de saccharose. L'auteur désigne sous le nom de zymase le corps azoté qui communique au suc de levure sa propriété de faire fermenter les liqueurs sucrées, et estime que la fermentation alcoolique produite par la levure est due à ce que les cellules vivantes sécrètent la zymase.

M. Buchner a constaté que le suc de levure, devenu inactif, ne donne plus qu'un faible précipité protéique par la chaleur; il semble y avoir eu une sorte de digestion pepsique de la substance albuminoïde active. On peut expliquer ainsi pourquoi l'addition de saccharose prolonge son activité, l'action destructrice des diastases pepsiques étant retardée.

Le suc de levure peut être desséché à basse température, 30-35 degrés, sans perdre ses propriétés; on peut aussi le précipiter par l'alcool, recueillir ce précipité et le conserver actif pendant un certain temps.

La levure pressée, séchée à 37 degrés, puis chauffée pendant six heures à 100 degrés, ne possède plus que des cellules privées de vie; mais le résidu du chauffage, transporté dans une solution de saccharose, en provoque la fermentation. Si, dans l'expérience ci-dessus, au lieu de 100 degrés on a porté la température à 140-145°, il ne se produit plus aucun phénomène de fermentation dans les liquides saccharifères. La substance active, la zymase, est donc intermédiaire, quant à sa résistance à la chaleur, entre le protoplasma vivant de la levure et l'invertine ou ferment soluble hydrolisant du sucre de canne[1].

1. Rappelons que ce ferment soluble, qui s'obtient par simple délayage de la levure dans l'eau, puis filtration, peut seulement provoquer l'hydrolise du sucre, c'est-à-

L'auteur vient donc de doter la microbiologie d'une nouvelle voie de recherches, en imaginant la méthode de pression qui pourra s'appliquer à l'extraction du contenu des cellules des bactéries et qui donnera certainement lieu à des recherches intéressantes au point de vue industriel, scientifique et médical. A. Hébert.

Viticulture.

Sur les ferments des maladies des vins, par M. J. Laborde [1]. — Les résultats indiqués tout récemment par MM. Bordas, Joulin et Raczkowski [2] dans leur étude sur les maladies des vins, ont engagé l'auteur à commencer la publication des travaux qu'il poursuit en ce moment.

M. Laborde a cultivé des ferments provenant de vins vieux tournés et amers et de vins jeunes et sains. La culture sur gélatine a permis de les diviser en deux groupes : les anaérobies, qui ont donné des colonies disséminées dans la masse entière de gélatine; les aérobies, dont les colonies étaient placées exclusivement à la surface.

Les microbes de l'amertume faisaient partie du dernier groupe tandis que ceux de la tourne et des vins sains appartenaient indifféremment à l'un ou l'autre groupe; enfin, le ferment mannitique de MM. Gayon et Dubourg s'est classé dans le premier.

Ces divers ferments, ensemencés dans un moût et placés dans les conditions de la cuve de vendange, provoquent une fermentation mannitique du sucre et enrichissent le liquide en acidité fixe et volatile par formation d'acides lactique et acétique.

L'action de ces ferments, bien entendu, est contrariée par un développement normal et abondant de la levure alcoolique; elle s'exerce surtout quand celle-ci est gênée par la température. A. Hébert.

Sur la présence naturelle de grandes proportions de chlorure de potassium et de chlorure de sodium dans le jus des raisins et dans les vins des régions salées de l'Oranie, par M. E. Bonjean [3]. — On sait que la loi du 11 juillet 1891 considère comme falsifiés tous les vins renfermant plus de 0 gr. 607 de chlore par litre (art. 2). Mais en Algérie, on soutenait que les vins absolument purs, de certaines régions, renfermaient naturellement des proportions beaucoup plus considérables de chlore.

L'auteur, chargé, au mois de septembre 1897, par le Comité consultatif d'hygiène publique, d'une mission dans la province d'Oran, a recueilli dans cette région, avec les garanties voulues, des raisins sur pieds et sur treilles

dire son dédoublement en glucoses, mais ne donne jamais lieu au phénomène de la fermentation alcoolique. Il est donc complètement distinct de la zymase de M. Buchner.

1. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1218.
2. Voir à ce sujet, *Ann. agronom.*, t. XXIV, p. 189.
3. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1275.

et des vins en cours de fermentation. Il a constaté que les vignes résistent dans ces terrains saumâtres pendant huit à dix ans en donnant un rendement moyen de 70 hectolitres à l'hectare. La plupart des échantillons de ces vins renfermaient plus de chlore que ne l'admet la loi; la quantité de cet élément peut s'élever jusqu'à 4 gr. 5 par litre.

On voit donc qu'il faut apporter la plus grande prudence dans l'étude des falsifications des vins ; le dosage du chlore seul est insuffisant pour établir qu'un vin est salé artificiellement. A. Hébert.

Observation. — La présence de quantités notables de chlorure de potassium a été signalée, depuis plusieurs années déjà, dans les vins récoltés à l'Habra, dans la province d'Oran, par MM. Berthault et Crochetelle.

Amertume des vins, par MM. F. Bordas, Joulin et de Raczkowski[1]. — Ces auteurs, continuant leurs études sur cette maladie du vin[2], ont ensemencé un vin stérilisé dont ils ont gardé un échantillon témoin et en ont fait l'analyse six mois après l'ensemencement; ils ont obtenu les chiffres suivants :

	Témoin.	Vin rendu amer.
	—	—
Alcool p. 100 en volume.	10.4	10.6
Sucre réducteur en glucose par litre.	3.32	2.80
Tartre	3.43	1.30
Glycérine.	7.50	4.80
Acidité totale en SO^4H^2.	3.92	6.61
— volatile en acide acétique. .	1.03	2.57
— fixe en SO^4H^2	2.89	3.35
Ammoniaque	0.008	0.037
Nature des acides volatils.	acétique.	acétique, butyrique.
— fixes.	succinique.	succinique.

Le bacille de l'amertume s'attaque donc surtout à la glycérine en la transformant en acides acétique et butyrique; il se forme également de l'acide carbonique et de l'ammoniaque, tandis que le tartre semble diminuer. Les auteurs se proposent d'ailleurs de préciser ce dernier point qui a été jusqu'ici assez discuté. A. Hébert.

Sur les microorganismes des vins dits tournés, par MM. Bordas, Joulin et de Raczkowski[3]. — Rappelons que la tourne ou cassure des vins est une maladie caractérisée par leur trouble et par les ondes soyeuses qu'ils présentent si on les agite au soleil sous une faible épaisseur; en même temps le tartre et l'acide tartrique sont décomposés et la couleur s'altérant se précipite, tandis que la liqueur surnageante est jaunâtre. On connaît les derniers travaux auxquels a donné lieu la casse des vins[4] qu'on attribue à

1. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1291.
2. Voir à ce sujet, *Ann. agronom.*, t. XXIV, p. 189.
3. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1050.
4. Voir *Ann. agronom.*, t. XXIII, p. 282, 375, et 555.

l'action d'un ferment soluble oxydant, mais les vins tournés renferment en outre de nombreux microorganismes dont les auteurs ont repris l'étude.

Ils ont pu isoler de ces vins deux bacilles filiformes qu'ils désignent provisoirement par les lettres A et B; c'est le premier de ces bacilles qui fait l'objet de leur communication.

Cultivé dans l'eau de levure glucosée à 10 p. 100, le microbe A produit un voile épais, plissé, devenant rose après quelques jours, tandis que le liquide brunit et devient ammoniacal. Le voile est formé par des filaments mobiles, d'un diamètre de 0 μ, 6 à 0 μ, 8, composés d'articles peu apparents, aisément colorables par les couleurs d'aniline et possédant des cils. Lorsque les cultures vieillissent, le voile tombe au fond du liquide en produisant un abondant dépôt, constitué surtout par des spores.

Ce microorganisme transforme les nitrates en nitrites, coagule le lait en donnant une réaction acide, consomme rapidement le glucose et la glycérine et perd sa vitalité dans un milieu renfermant plus de 3 p. 100 de tartre; enfin il est sans action sur l'alcool et ne fait pas fermenter le saccharose. Cultivé dans le vin, il produit un abondant dépôt. Le glycose et la glycérine diminuent tandis que le tartre et l'acidité ne varient pas.

Au contraire, le bacille B amène rapidement la destruction du tartre.

L'association de ces deux bactéries A et B explique les résultats des analyses que les auteurs ont exécutées sur des vins d'Algérie de 1896, à diverses époques, au fur et à mesure du développement de la maladie. On observe que :

1° Le vin présentait une composition normale, l'examen microscopique permettant seul de prévoir l'altération future ;

2° L'acidité n'a pas varié pendant quatre mois, tandis que le tartre a constamment diminué;

3° Les principes réducteurs ont été en augmentant, ce qu'on peut expliquer par la transformation de la glycérine en dioxyacétone, suivant le mécanisme biologique découvert par M. G. Bertrand[1] et sous l'influence du bacille A, ainsi que les auteurs s'en sont assurés ;

4° La proportion d'ammoniaque a notablement augmenté.

A. Hébert.

Agriculture.

Quelle orientation faut-il donner aux rangées des plantes cultivées en lignes et aux sillons dans lesquels on enterre le fumier? par le Dr Wollny, de Münich[2]. — Le Dr Wollny, continuant la série de ses intéressantes observations sur les relations de l'agriculture et des phénomènes physiques, a cherché quelle influence exerce sur les récoltes l'orientation des lignes et des sillons suivant lesquels le fumier est enfoui.

Les expériences ont porté sur les plantes les plus diverses : céréales, plantes

1. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 842.
2. *Deutsche Landw. Pr.*, 1898, nos 27 et 28.

sarclées et légumineuses. Il en résulte, pour tous les cas examinés, une supériorité très nette de la direction nord-sud sur une direction perpendiculaire. A la vérité, les différences sont faibles, mais elles sont cependant assez sensibles pour mériter de fixer l'attention.

C'est suivant la méridienne qu'il convient de diriger les lignes des céréales; c'est aussi suivant cette direction qu'il faut butter les pommes de terre. Les causes de cette supériorité sont de trois ordres : c'est d'abord un *éclairage* plus intense et plus régulier, car les plantes alignées du nord au sud reçoivent la lumière pendant toute la journée et ne se portent pas ombre mutuellement. Mais surtout, la température et le taux d'humidité du sol sont bien plus uniformes dans les lignes nord-sud que dans les lignes est-ouest, et cette régularité se manifeste surtout pour les fossés que creuse le buttage des pommes de terre : le Dr Wollny a constaté que, lorsque ces fossés sont orientés est-ouest, leurs parois exposées au nord sont bien plus froides et humides que leurs parois exposées au sud.

Pour les mêmes raisons, il y a avantage à enfouir le fumier dans des sillons dirigés suivant la méridienne.

Enfin, il est probable qu'il serait également préférable de prendre cette direction comme base pour les silos de betteraves et de pommes de terre, afin d'assurer une égale répartition de chaleur et d'humidité dans la masse; mais on n'a pas encore fait d'expériences sur ce sujet. A. C.

Influence des façons culturales et de la fumure sur l'intensité de la maladie des pommes de terre, par le Dr WOLLNY, de Münich [1]. — On sait que la maladie des pommes de terre est le fait d'nn champignon : ***Phytophtora infestans***, dont les spores transmettent l'infection.

Le champignon couvre de son mycélium les feuilles des pommes de terre malades, et fructifie quand les conditions extérieures favorisent son développement; les spores tombent sur le sol et arrivent au contact des tubercules sur lesquels elles germent.

Connaissant ces faits, on pouvait prévoir que toutes les circonstances qui tendraient à diminuer l'humidité du sol ou qui empêcheraient le contact des spores avec les tubercules diminueraient l'intensité de la maladie. C'est ce qui résulte des observations du Dr Wollny, et voici le résumé de ses études sur ce sujet.

1. L'intensité de la maladie est en relations très étroites avec les conditions atmosphériques; c'est surtout pendant les années humides que les pommes de terre en souffrent davantage.

2. Le buttage des pommes de terre les protège contre l'attaque du phytophtora, car la terre des buttes sèche plus vite que celle du sol non remué et, en outre, on augmente, par le fait du buttage, la profondeur à laquelle sont enfouis les tubercules et on empêche, en même temps, les spores d'arriver jusqu'à eux. Le buttage doit être fait aussitôt que possible et il est très avantageux de le renouveler; on augmente ainsi chaque fois l'épaisseur de la couche que les spores ont à traverser.

1. *Deutsch. Landw. Pr.*, 1897, nos 86, 88 et 89.

3. L'époque de la plantation a une importance qu'il faut signaler. La plantation hâtive donne des pieds délicats qui, au moment de l'attaque du champignon, lui fournissent de nombreux organes en voie de formation et incapables de résister à la maladie. Il faut planter le plus tard possible.

4. Il est très bon de rouler le sol après la plantation, afin de durcir la couche protectrice de terre qui recouvre les tubercules.

5. Les fumures azotées, employées à l'excès, favorisent le développement de la maladie; il semble que l'usage exagéré de l'azote augmente la teneur des tubercules en composés amidés, qui fournissent au champignon parasite son aliment de prédilection.

Tous ces faits avaient déjà été observés et l'influence du buttage avait été particulièrement mise en évidence par Gülich [1] et Jensen [2], qui ont proposé de l'utiliser en préconisant les méthodes qui portent leurs noms. Le travail du Dr Wollny fournit, à ce point de vue, de précieuses indications bibliographiques. Mais, en outre, l'auteur a refait, pour son compte personnel, une nombreuse série d'expériences dont les résultats corroborent les recherches antérieures et donnent la mesure exacte de la valeur des divers moyens préventifs de la maladie des pommes de terre. A. C.

L'antisepsie agricole et les sels de mercure, par M. H. de Cazaux [3]. — Les sels de mercure sont déjà employés d'une façon courante, depuis plusieurs années, pour obtenir la désinfection, l'antisepsie des instruments et appareils chirurgicaux et celle des mains des opérateurs eux-mêmes. Ces sels servent également à détruire les germes d'un grand nombre d'affections ou de maladies contagieuses. Leur usage est d'ailleurs rendu singulièrement commode par la faible quantité qu'il suffit d'employer pour obtenir une désinfection complète; des solutions de bichlorure de mercure ou sublimé corrosif à des teneurs variant de 25 centigrammes à 1 gramme par litre suffisent, sont efficaces; mais d'un autre côté, il convient de ne répandre ces produits qu'avec la plus extrême réserve, car ils sont, pour l'homme et les animaux, d'une toxicité redoutable, même à très faibles doses.

Aussi peut-on trouver audacieuse l'idée d'un viticulteur du département de Lot-et-Garonne, qui se désigne jusqu'à nouvel ordre par le pseudonyme de H. de Cazaux, et qui a voulu transporter en agriculture l'emploi antiseptique des sels de mercure, et spécialement contre les maladies parasitaires de la vigne.

Cet auteur, qui en est encore à la période d'essais, avait voulu ainsi préserver ses vignobles contre les atteintes des affections cryptogamiques : Mildew, Anthracnose, Black-Rot, Pourridié, etc. A cet effet, il associait aux bouillies cupriques ordinaires une certaine quantité d'une solution d'un sel de mercure qu'il désigne sous le nom de liqueur antiseptique agricole, dont

1. La méthode Gülich consiste à former une butte conique au centre de chaque touffe, les fanes sortant à la circonférence de la butte comme une couronne.

2. Dans la méthode Jensen, on butte les rangées d'un seul côté en ayant soin d'élever la terre à 0m,12. Mais il faut prendre garde de ne pas gêner la végétation des fanes, sous peine de voir la récolte diminuer sensiblement.

3. *Revue de Viticulture*, t. VIII, p. 273 et t. IX, p. 72 et 129.

il a fait breveter la composition. Dans un premier article inséré dans la *Revue de Viticulture*[1], M. de Cazaux avait annoncé ses premiers essais avec une certaine timidité; puis, encouragé par les expériences qu'il a exécutées, il a publié récemment[2] les résultats obtenus en 1897, et le traitement qu'il convient d'appliquer à la vigne.

Il constate tout d'abord que l'antisepsie aux sels de mercure préserve complètement les vignobles du Black-Rot et du Mildew, affaiblit, dans une forte proportion, les atteintes de l'Oïdium et du Botrytis cinerea et que le traitement mercuriel semble exalter la végétation de la vigne et la rendre plus vigoureuse. Abordant ensuite la très grave question de savoir si les arrosages antiseptiques ne provoquent pas l'introduction dans le raisin et dans le vin de sels de mercure toxiques, M. de Cazaux montre que la presque totalité de la bouillie injectée sur les feuilles et les raisins a été lessivée par les pluies et les rosées avant les vendanges et que, dans le cas où il en resterait des traces, les albuminoïdes du moût précipiteraient ces restes de mercure à l'état de composés insolubles.

Ces vues théoriques ont été confirmées par l'analyse chimique, qui a montré que le vin fabriqué avec les raisins des ceps soumis au traitement est complètement exempt de mercure, et par ingestion, longtemps continuée par plusieurs personnes, de raisin, de vin et de piquette, provenant des vignes traitées, ingestion qui n'a pas amené le moindre symptôme d'intoxication mercurielle.

Le traitement viticole comprend des arrosages d'hiver, destinés à désinfecter le cep, et une série de pulvérisations pendant la belle saison, pour défendre directement les parties vertes de la vigne.

Quoique jusqu'ici l'emploi des sels de mercure ait réussi à son inventeur, nous croyons qu'il convient d'attendre les résultats d'une plus longue expérience pour préconiser ces traitements et les faire entrer dans la pratique courante. De plus, une des principales difficultés de l'antisepsie viticole sera toujours le maniement de produits aussi dangereux que les sels de mercure par des ouvriers souvent peu précautionneux et peu instruits. M. de Cazaux ne se dissimule pas cette difficulté, car il recommande d'observer dans l'usage des sels de mercure un assez grand nombre de précautions indispensables. C'est pourquoi, bien que théoriquement l'idée de l'antisepsie agricole soit bonne et parfaitement réalisable, nous pensons qu'il y a lieu d'observer encore quelque temps les résultats pratiques obtenus par l'auteur ou par les novateurs instruits qui voudront bien préparer la voie aux viticulteurs. A. HÉBERT.

1. *Loc. cit.*
2. *Loc. cit.*

Le Gérant : G. MASSON.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

CULTURES DU BLÉ ET DE L'AVOINE
AU CHAMP D'EXPÉRIENCES DE GRIGNON
EN 1896 ET 1897

PAR

M. P.-P. DEHÉRAIN,
Membre de l'Académie des sciences,

ET

MM. CROCHETELLE et DUPONT
Chimistes à l'Ecole de Grignon.

CULTURE DU BLÉ

Les résultats constatés dans un champ d'expérience sont la résultante de tant de facteurs variés qu'il est souvent difficile d'en tirer des conclusions précises de nature à guider les praticiens.

Il ne faut pas se lasser, cependant, de répéter les essais ; c'est seulement en comparant les récoltes les unes aux autres, en tenant compte des conditions climatériques sous lesquelles elles ont été obtenues, qu'on pourra élucider les difficiles questions du choix des variétés et des fumures, qui sont toujours à l'étude.

Année 1896.

Cette saison a été marquée par une extrême sécheresse pendant les deux mois de février (4 mill. 6 de pluie) et de mai (2 mill. 6) et comme ces faibles précipitations arrivaient après un automne qui avait débuté par un mois de septembre très chaud et sans pluie, la terre était tellement sèche qu'on n'a recueilli d'eau de drainage au-dessous d'aucune des cases emblavées. Il a plu cependant pendant les mois d'octobre, de novembre et de décembre 1895, pendant le mois de janvier 1896, mais la terre a été mal humectée et si on se reporte au tableau n° 1, on reconnaît immédiatement que cette sécheresse relative a influé d'une façon décisive sur la récolte de paille qui, presque partout, est très faible et n'atteint jamais le double du poids du grain, proportion que l'on constate souvent pendant les bonnes années.

La récolte du grain n'a au reste été qu'assez bonne ; nous n'avons obtenu sur aucune parcelle les 40 quintaux métriques qui sont atteints quand les conditions sont absolument favorables.

Influence de la nature du grain de semence. — Le lecteur qui voudra bien se reporter au mémoire dans lequel nous avons rendu compte des cultures de 1895 [1], verra que nous avons tenté pendant cette année-là d'obtenir un blé de semence de bonne qualité, en semant quelques parcelles au grand écartement de 25 centimètres, tandis que pour d'autres, nous avions maintenu les lignes à la distance habituelle de 18 centimètres.

Les semences appartenant aux variétés Porion, Australie et Dattel provenant des cultures à ces deux écartements ont été mises en comparaison.

Le tableau n° 1 nous montre que le blé Porion, provenant des cultures à 25 centimètres, a donné, après trèfle sans engrais, exactement le même poids de grain que celui qui a été obtenu dn grain ayant poussé au faible écartement de 18 centimètres ; ces dernières semences ont même fourni un poids de paille un peu plus fort ; et comme les résultats s'appuient sur une moyenne de trois parcelles, ils présentent une certaine valeur.

L'expérience qui a porté sur le blé d'Australie ne conduit plus aux mêmes conclusions. Nous voyons au tableau n° 1 que la récolte provenant des grains recueillis à 25 centimètres est sensiblement plus forte que celle qu'on a obtenue avec le semis des grains venus à 18 centimètres ; la différence est de 4 quintaux métriques de grains et de 13 quintaux métriques de paille.

Au contraire, les deux parcelles de Dattel provenant des semis à 18 centimètres donnent une récolte un peu plus forte que celle qu'on a obtenue des grains à 25 centimètres.

En résumé, les résultats sont contradictoires, d'où l'on peut conclure qu'il ne suffit pas de semer à grands écartements pour être certain d'obtenir des grains de qualité supérieure à ceux qu'on recueille avec l'ensemencement rapproché.

Renouvellement des semences. — Les cultivateurs trouvent souvent avantage à renouveler leurs semences ; ils n'hésitent pas à vendre tout le blé de leur récolte pour acquérir du blé de semences ; c'est une opinion très généralement répandue qu'après quelques années le blé issu de cultures répétées sur le même domaine perd de ses qualités, qu'il dégénère.

1. Tome XXI, p. 545.

TABLEAU I. — Culture du blé au champ d'expériences en 1896.

Tous les nombres sont rapportés à l'hectare.

NUMÉROS DES PARCELLES	VARIÉTÉS CULTIVÉES	ESPACEMENT DU BLÉ qui a fourni la semence.	CULTURE ET FUMURE EN 1895	FUMURES EN 1896.	POIDS DU GRAIN en quintaux métriques.	POIDS DE LA PAILLE en quintaux métriques.	VALEUR DU GRAIN à 18 fr. le quintal.	VALEUR DE LA PAILLE à 40 fr. la tonne.	VALEUR de la récolte.
1, 9, 10	Porion	18 cent.	Trèfle, sans engrais.	200 kil. nitrate.	29 5	43	531	172	703
2, 11, 12.	—	25 —	—	200 —	29 3	39	527 4	156	683 4
3, 4, 13	Porion original.		—	200 —	32 6	45 6	586 8	182 4	769 2
5, 6, 7.	Australie. . . .	18 —	—	200 —	23	34 6	414	138 4	552 4
14, 15, 16, 67 . .	—	18 —	Pommes de terre. Engrais azotés.	100 —	30	42 5	540	170	710
81, 82, 83, 86, 87.	—	25 —	—	100 —	34	55 6	612	222 4	834 4
8	Scholey original.		Trèfle sans engrais.	200 —	29	45	522	180	702
70.	—		Betteraves. Engrais azotés.	100 —	33	49	594	196	790
54, 55, 56	Scholey blanc. .	18 —	—	100 —	24 8	44 6	446 4	178 4	624 8
57, 58, 59, 60, 61.	Scholey.	18 —	—	100 —	27 3	39 8	491 4	159 2	650 6
84, 85, 88, 89 . .	Scholey	18 —	Pommes de terre. Engrais azotés.	200 —	36 6	55 5	658 8	222	880 8
49, 50.	Dattel	18 —	Betteraves. Engrais azotés.	100 —	31 25	51 5	562 5	206	768 5
51, 52, 53	—	25 —	—	100 —	30 5	52	549	208	767 0

Nous avons voulu savoir si cette opinion était fondée et nous avons pris la moyenne de toutes les récoltes obtenues au champ d'expériences pendant ces dix dernières années. On verra dans le tableau II, que l'année 1891 manque ; on se rappelle la rigueur de l'hiver de cette mauvaise année ; tous les blés d'automne ont été gelés et leur destruction nous fut d'autant plus sensible que, pour éclairer la question que nous discutons en ce moment, nous avions fait venir à grands frais d'Ecosse, un sac de blé à épi carré Scholey. Le semis ayant été gelé, nous avons continué à semer du blé provenant de nos propres cultures. Or, nous ne voyons pas, en consultant le tableau II, que la puissance de production de cette variété ait baissé ; nous avons en 1890 et 1892 des récoltes assez faibles, mais pendant les années suivantes elles redeviennent passables, atteignant et dépassant même 30 quintaux métriques à l'hectare.

TABLEAU II. — Récolte moyenne en quintaux métriques à l'hectare, de blé appartenant à diverses variétés.

Années.	Porion.	Scholey.	Australie.	Dattel.
1887.	33.9	29.8	»	»
1888.	31.0	34.8	»	»
1889.	28.4	30.4	»	27.0
1890.	22.5	24.0	»	22.0
1892.	20.0	23.3	»	12.5
1893.	30.2	»	»	»
1894.	31.3	30.0	39.5	26.7
1895, ...	31.1	30.8	39.1	33.2
1896.	28.3	31.3	37.0	28.0

Si le blé à épi carré qui nous est venu en 1886 des cultures de M. Porion à Wardrecques, a donné en 1887 la plus belle récolte, si les rendements ont été très faibles en 1890 et 1892, ils remontent en 1893 et en 1894 ; nous avons même récolté cette année-là sur deux parcelles, 37 q. m. 3. Si la moyenne générale est peu élevée, c'est que la plupart des parcelles ensemencées en blé Porion sortaient de trèfle et n'ont guère reçu d'engrais complémentaire. En 1895, nous obtenons comme moyenne 31 q. m. 1 et si nous tombons à 28.3 en 1896, les conditions météorologiques en sont sans doute la cause.

La dernière récolte d'Australie est moins forte que les deux

précédentes, mais la différence est faible; enfin le Dattel, bien que nous n'ayons pas renouvelé la semence, a donné sa plus forte récolte en 1895, ce qui exclut toute idée de dégénérescence.

Nous avons, en 1896, fait venir du blé à épi carré de Wardrecques, où M. Porion fils continue à cultiver l'excellente variété à laquelle son père a donné son nom. Nous constatons au tableau n° 1, que la moyenne des trois parcelles **3**, **4**, **13**, ensemencées avec le blé de Wardrecques est plus forte que celle de **1**, **9**, **10**, **2**, **11** et **12**, ensemencées en blé Porion provenant de notre propre culture.

Le blé Scholey, provenant des cultures de M. F. Desprez de la parcelle **70** est sensiblement supérieur à la moyenne des parcelles ensemencées avec le blé Scholey récolté à Grignon.

Ainsi, si nous ne pouvons pas constater que notre blé ait fourni dans ces dernières années des récoltes plus faibles que celles qu'on en obtenait peu de temps après leur introduction à Grignon, nous voyons cependant que l'introduction de semences nouvelles a été favorable.

Influence des arrière-fumures en 1896. — Nous avons cru qu'un blé exigeant, comme est l'épi carré Porion, trouverait dans les résidus que laisse une culture de trèfle et dans 200 kilos de nitrate de soude une alimentation suffisante, ce n'est pas ce qui s'est produit. La récolte moyenne dépasse à peine 30 quintaux métriques. Ce qui n'est qu'assez bien.

L'Australie, après trèfle, ne donne que 23 quintaux métriques de grains; mais après pommes de terre bien fumées, il atteint 30 quintaux métriques dans un cas et 34 dans l'autre.

L'épi carré Scholey venu après trèfle, soutenu par 200 kilos de nitrate, ne donne que 29 quintaux métriques, mais il ne fournit 33, après betteraves fumées, même quand on réduit à 100 kilos la fumure directe de nitrate de soude. Ce n'est pas cependant après betteraves que cette variété donne la récolte maxima, mais bien après pommes de terre ; ce sont les quatre parcelles de cette succession qui fournissent le plus haut rendement de toute la série, 36 quint. m. 6.

En résumé, si nous essayons de voir quelle est la succession la plus favorable, nous reconnaissons qu'en ne tenant pas compte des variétés, nous obtenons :

	Quint. métr.
Après trèfle.	29 7
Après betteraves	30 6
Après pommes de terre.	33 0

En 1895, nous n'avions pas pu faire nettement cette comparaison, si ce n'est pour le blé d'Australie; trois parcelles après betteraves avaient donné 35, 39 et 40 quintaux métriques, et trois parcelles après pommes de terre, 25, 40 et 42; les moyennes sont donc sensiblement égales, et on conçoit que, suivant les années, la balance penche vers la succession: pommes de terre-blé, ou au contraire : betteraves-blé.

Si l'automne est sec, les nitrates formées pendant l'arrière-saison, après l'arrachage des pommes de terre, ne sont pas entraînés par les eaux d'infiltration ; en outre, la terre est débarrassée de bonne heure, on a tout le temps nécessaire pour bien exécuter les travaux, et dans ces conditions, la succession pommes de terre-blé est avantageuse. Si, au contraire, l'arrière-saison est humide, l'entraînement des nitrates après pommes de terre est considérable, tandis qu'il l'est moins après betteraves, car elles sont encore sur pied pendant le mois d'octobre, et rejettent dans l'atmosphère une grande partie de l'eau tombée; à l'automne de 1896, les parcelles en betteraves n'ont perdu qu'une quantité de nitrates insignifiante, tandis qu'après pommes de terre, on a recueilli la valeur de 160 kilos de nitrate de soude; les betteraves, il est vrai, se saisissent d'une partie des nitrates formés, de telle sorte que les champs couverts de betteraves ne se trouvent pas enrichis d'une quantité de nitrates égale à la différence trouvée entre les eaux de drainage des pièces en pommes de terre et des pièces en betteraves, mais d'une fraction seulement de cette différence. Il faut ajouter à ces nitrates conservés par la culture des betteraves, les feuilles et les collets qui apportent une somme de matière fertilisante bien supérieure à celle qu'on trouve dans les fanes de pommes de terre, et on conçoit que la terre après betteraves soit plus riche qu'après pommes de terre; mais, d'autre part, les travaux sont bien plus difficiles à exécuter après les betteraves arrachées tardivement, qu'après les pommes de terre dont la récolte est plus hâtive, de telle sorte que les avantages et les inconvénients de ces deux successions se balancent: en 1896, nous n'avons eu que deux très bonnes récoltes, l'une de 42 quin-

taux métriques, l'autre de 44; elles ont été obtenues l'une et l'autre, avec du blé Scholey et après pommes de terre.

On a vu que c'est après trèfle que la réoolte est la plus faible; en effet, on est dans l'habitude de ne pas fumer après trèfle, et je crois que la fumure est inutile quand on cultive des variétés peu exigeantes ; il n'en est plus ainsi pour les épis carrés qui, nous l'avons dit plusieurs fois, sont de gros mangeurs; aussi avons-nous pris, à Grignon, l'habitude de distribuer, même après trèfle, la valeur de 200 kilos de nitrate de soude par hectare; malgré ce surcroît, les récoltes n'ont pas atteint en moyenne 30 quintaux métriques par hectare.

Influence des variétés. — En 1896, nous avons cultivé à Grignon cinq variétés : Quatre y sont introduites depuis longtemps; l'épi carré blanc est au contraire d'importation récente; si nous réunissons en une seule moyenne les résultats obtenus, nous trouvons :

Récoltes moyennes à l'hectare des diverses variétés cultivées à Grignon en 1896.

	GRAIN — Quint. métr.	PAILLE — Quint. métr.
Blé Porion (9 ares)	26 3	42 5
Blé Scholey (11 ares).	31 3	46 6
Épi carré blanc (3 ares).	24 6	44 6
Blé d'Australie (12 ares).	37 0	46 4
Blé Dattel (5 ares)	28 0	46 4

Le blé d'Australie arrive en tête; nous avons déjà insisté sur ses remarquables qualités, et en réalité, bien qu'il ait l'inconvénient d'avoir un épi barbu, de telle sorte qu'on ne peut pas faire consommer la balle aux animaux, ce blé me paraît mériter une sérieuse attention. L'épi carré Porion donne un peu plus de grain que le Dattel, mais un peu moins de paille, de telle sorte que ces deux variétés sont à peu près au même niveau; enfin l'épi carré blanc, déjà médiocre en 1895, faible encore en 1896, ne mérite pas d'être maintenu dans nos cultures.

Résultats économiques. — Pendant toute la première partie de l'année 1896, le prix du blé est resté très bas : 18 francs le quintal ; la somme obtenue par la vente du grain est peu élevée; et comme on n'a récolté que peu de paille, le produit brut n'atteint nulle part 900 francs.

Année 1897.

Conditions météorologiques. — La fin de l'année 1896 a été marquée par une excessive humidité; il est tombé 130 millimètres d'eau en septembre et 105 en octobre; les travaux furent retardés; on ne pouvait ni arracher les betteraves, ni faire pénétrer les chariots dans les terres détrempées pour enlever les racines. Les labours de préparation pour le blé devinrent très difficiles; parfois même dans les terres fortes, il fut impossible d'ensemencer; la récolte de 1897 s'annonçait mal; aussi une hausse rapide se produisit-elle; elle se maintint pendant toute l'année 1897 et persiste encore en 1898, bien qu'on ait à la fin de mai supprimé tous les droits à l'entrée des blés étrangers; nouvelle preuve que ce n'est pas l'importation des grains étrangers qui règle nos cours, mais bien l'abondance ou la faiblesse de notre propre récolte.

Au printemps, cependant, le mal paraissait réparé; mais pendant le mois de juillet, quelques journées d'une température exceptionnelle arrêtèrent net la maturation; les tiges de blé furent desséchées avant la migration des principes immédiats; aussi la récolte a-t-elle été absolument médiocre. On en jugera par le tableau n° III.

Ce qui frappe tout d'abord, c'est le poids considérable de la paille par rapport au grain; en général, pendant une année normale, le poids de la paille est double de celui du grain; en 1897, il est très souvent le triple; parfois même quatre et cinq fois plus fort; c'est là une preuve très nette que ce qui a fait défaut, ce n'est pas la production de la matière végétale; elle est aussi abondante que pendant une année moyenne, puisqu'elle atteint 80 quintaux; ce qui a causé le déficit déplorable qui n'a pas été localisé en Seine-et-Oise, mais s'est manifesté sur toute l'étendue de la France où la récolte a été très faible, c'est l'arrêt dans la maturation.

Influence des variétés. — Nous avons introduit en 1897 trois variétés nouvelles : un blé bleu provenant des cultures de M. le comte Hermand, un blé de la maison Vilmorin, le Japhet, et un blé encore peu connu, le Bordier, que nous devons à l'obligeance de M. Meslay, qui, à la Barillerie (Maine-et-Loire), s'occupe spécialement de la sélection des blés de semences; ces variétés

TABLEAU III. — Culture du blé au champ d'expériences en 1897.

(Tous les nombres sont rapportés à l'hectare.)

NUMÉROS des parcelles.	VARIÉTÉS CULTIVÉES	CULTURE ET FUMURE en 1896.	FUMURE EN 1897	POIDS DU GRAIN en quintaux métriques.	POIDS DE LA PAILLE en quintaux métriques.	VALEUR DE LA RÉCOLTE de grain à 27 fr. le quint. métr.	VALEUR DE LA RÉCOLTE de paille à 34 fr. la tonne.	VALEUR DE LA RÉCOLTE
33 et 39.	Dattel.	Betteraves. 40.000 et 30.000 kil. de fumier.	200 kil. nitrate de soude.	21 6	62 1	583	211	794
34 et 41.	Bordier.	id. id. —	id. id.	20 7	66 8	559	227	786
35 et 42.	Japhet	Betteraves. 40.000 et 20.000 kil. de fumier.	— —	16 6	50 9	448	173	621
36 et 43.	Porion	id. id. —	— —	20 8	62 6	562	213	775
38 et 44.	Australie. . . .	Betteraves. 30.000 et 20.000 kil de fumier.	— —	22 3	68 2	602	232	834
40 . . .	Comte Hermand	Betteraves. 30.000 kil. de fumier.	— —	13 2	76 2	356	259	615
37 . . .	Bordier.	Betteraves sans engrais.	Sans engrais depuis 1875.	14 6	35 4	394	120	514
17 et 18.	Scholey.	Pommes de terre. 20.000 kil. fumier.	100 kil. sulfate d'ammoniaque, 200 kil. superphosphate, 200 kil. nitrate. . .	18 0	57 5	486	195	681
19 et 20.	id.	id. id. —	id. id. —	17 8	62 4	481	212	693
22 . . .	—	— — —	— — —	18 1	64 9	488	221	709
23 et 24.	—	— — —	100 kil. sulfate d'ammoniaque, 200 kil. superphosphate, 100 kil. nitrate . .	18 3	58 2	494	197	691
25 . . .	—	— — —	id. id. —	18 1	53 2	488	181	669
26 . . .	—	— — —	— — —	16 4	49 4	443	168	611
27 . . .	—	— — —	— — —	15 6	44 4	421	151	572
28 . . .	—	— — —	— — —	16 8	48 2	453	164	617
21 . . .	—	Pommes de terre sans engrais. .	Sans engrais depuis 1875.	11 9	35 7	321	121	442

avaient été mises en comparaison avec le Dattel, l'Australie et le Porion, après betteraves fumées à raison de 20.000 à 40.000 kilos de fumier, quantités variables avec les fumures précédentes et calculées de façon à amener toutes les parcelles au même degré de fertilité; on avait répandu en outre uniformément 200 kilos de nitrate de soude.

Tous les rendements ont été mauvais; le blé d'Australie, bien qu'il soit tardif, est celui qui a donné la récolte la plus forte; mais n'y a rien à tirer de cette expérience, au sujet du classement des variétés nouvelles; il faut attendre une année plus favorable pour se prononcer sur leur valeur relative.

Il est curieux de constater que, pendant une année si défavorable, le blé Bordier ait encore pu fournir 14 q. m. 6 de grain sur la parcelle **37** laissée sans engrais depuis 1875 ; l'absence de fumure est surtout sensible sur le poids de paille récoltée, qui n'est que de 35 q. m. 4, et, pour cette parcelle, le rapport du grain à la paille est à peu près normal. On trouve en bas du tableau III qu'une autre parcelle, **21**, restée sans engrais depuis la création du champ d'expériences, en 1875, a été ensemencée en blé Scholey. Elle a donné comme **37** une récolte de paille de 35 q. m. 7, mais le poids de grain recueilli est seulement de 11 q m. 9. Une variété exigeante comme l'épi carré souffre plus de l'absence de fumure qu'un blé moins habitué aux terres fertiles, comme le Bordier :

Les cultivateurs trouvent si souvent avantage à employer comme engrais les superphosphates qu'ils sont fort étonnés que nous n'en fassions pas usage. A bien des reprises différentes, nous en avons répandu, mais nous n'avons jamais pu constater qu'ils eussent un effet sensible sur nos récoltes. Nous les essayons toutefois de temps à autres, afin de constater que nos terres ne présentent encore aucun signe d'épuisement.

Nous avons répandu des superphosphates sur quelques-unes des parcelles ensemencées en Scholey : **17** et **18** ont eu des superphosphates; les rendements en grains sont 18 quintaux métriques et en paille 62 q. m. 4; **22** a eu la même fumure azotée, mais on n'a pas employé l'acide phosphorique; on a recueilli 18 q. m. 1 de grain et 64 q. m. 9 de paille; les résultats sont donc identiques. Il est à remarquer cependant que **23**, **24**, **25** avec superphosphates donnent plus que **27** sans superphosphate, mais **26** qui

en a reçu et 28 qui en a été privé fournissent les mêmes récoltes. Bien que l'année 1897, avec ses mauvaises conditions météorologiques, se prêtât mal à cette sorte de comparaison, nous avons fait la somme des récoltes totales, grain et paille, des parcelles qui ont reçu des superphosphates et de celles qui en ont été privées, et nous trouvons :

		Quint. métr.
Parcelles avec phosphates.	Récolte totale moyenne. . .	75 5
— sans phosphates.	— — — . . .	69 3

Il y a donc un petit avantage, et nous comptons essayer de nouveau l'influence de ces puissants engrais qui, nous le répétons, ne donnent habituellement, sur notre terre, aucun supplément de récolte.

Résultats économiques. — La hausse subite qui s'est produite dans le prix du grain, que nous avons compté à 27 francs les 100 kilos, a compensé la faiblesse des récoltes, et si on compare les dernières colonnes des tableaux I et III, on voit que les nombres ne sont pas très différents les uns des autres. Si cette augmentation dans les prix de vente ne s'était pas produite, l'année 1897 eût été absolument calamiteuse.

CULTURE DE L'AVOINE

La place qu'occupe l'avoine varie d'un assolement à l'autre. Dans l'assolement triennal encore très en usage, aux environs de Paris, l'avoine succède au blé, qui a été précédé lui-même d'une plante sarclée : betteraves ou pommes de terre.

Cette succession présente ce grave inconvénient qu'après le blé, tout l'automne doit être employé à multiplier les façons pour empêcher l'envahissement des plantes adventives. Les céréales dans lesquelles, très vite, les sarclages sont impossibles, sont nommées à juste titre des plantes *salissantes* ; aussi, pour que la récolte de l'avoine ne soit pas diminuée par le développement excessif des mauvaises herbes, convient-il de très bien nettoyer la terre après blé, et par cela même on renonce au très grand avantage qu'on peut tirer des cultures dérobées.

Quand on pratique l'assolement quadriennal, comprenant :

1re année, Plante sarclée : betteraves ou pomme de terre,

2e année, Avoine avec semis de trèfle,

3e année, Trèfle,
4e année, Blé,
il devient très facile d'introduire après blé une culture dérobée de vesce, qui, enfouie en novembre, apporte un supplément de fumure considérable.

Habituellement à Grignon, nous plaçons l'avoine après betteraves et les rendements sont élevés, atteignant 40 quintaux métriques de grains.

Si ce mode d'opérer est favorable à la culture de l'avoine, il l'est moins à celle du blé, qui, n'arrivant qu'en quatrième année après trèfle, ne fournit pas les rendements élevés qu'on en tire après betteraves ou pommes de terre, à moins qu'on ne consente à donner au blé, quand il appartient aux variétés prolifiques, un léger supplément de fumure.

L'assolement quadriennal présente en outre cet inconvénient de ne donner en quatre ans, quand on ne fait ni sucre, ni alcool, que deux marchandises de vente, le blé et l'avoine, car il est rare qu'on vende des betteraves fourragères ou du trèfle ; cet assolement convient donc particulièrement aux domaines dans lesquels les spéculations animales réussissent bien. Aux environs de Paris, au contraire, où les pailles sont marchandises de vente, car on trouve souvent à acheter du fumier ou encore des gadoues, il est plus avantageux de faire deux céréales de suite, en plaçant l'avoine après le blé.

Année 1896.

C'est pour voir ce qu'on obtenait dans ces conditions qu'en 1896 l'avoine a été placée après blé.

Le blé, succédait lui-même à des betteraves bien fumées ; aussi n'avait-il en général reçu aucun engrais.

On a cultivé seulement les deux variétés qui habituellement réussissent le mieux à Grignon. L'avoine de Ligowo a occupé les cinq parcelles de **71** à **75** et l'avoine des Salines, celles qui sont numérotées de **76** à **80**. On n'a distribué à l'avoine aucune fumure ; on a seulement répandu sur **72** de la terre nitrifiante, et aussi sur la parcelle **78** ; l'influence de cette addition n'a produit aucun effet sur **72**, et si **78** a donné une récolte un peu forte que plusieurs des autres parcelles, elle reste inférieure à **80** qui n'a rien reçu.

TABLEAU IV. — Culture de l'avoine au champ d'expériences de Grignon en 1896.

(Tous les nombres sont rapportés à l'hectare).

NUMÉROS DES PARCELLES	VARIÉTÉS CULTIVÉES	CULTURE ET FUMURES EN 1895.	FUMURES EN 1896.	POIDS du GRAIN en quintaux métriques.	POIDS de la PAILLE en quintaux métriques.	VALEUR du GRAIN à 17 fr. le quintal.	VALEUR de la PAILLE à 35 fr. la tonne.	VALEUR de la RÉCOLTE.
71	Avoine de Ligowo. .	Blé. Sans engrais.	Aucune fumure.	32	34	544	119	663
72	—	—	Terre nitrifiante.	28.5	33	484	115.5	599.5
73	—	—	Aucune fumure.	28.5	30	484	105	589
74	—	—	—	31	33	527	115.5	642.5
75	—	Blé. 100 kilos, nitrate	—	32	35	544	122.5	666.5
76	Avoine des Salines. .	Blé. Sans engrais.	—	34	39	578	136.5	714.5
77	—	—	—	34	40	578	140	718
78	—	Blé. 100 kilos, nitrate.	Terre nitrifiante.	35.5	41	603	143.5	746
79	—	Blé. Sans engrais.	Aucune fumure.	34	39	578	136.5	714
80	—	—	—	36.5	43	620	150.5	770

Pendant cette année 1896, l'avoine comme le blé a fourni une récolte de paille très faible, ainsi qu'il arrive quand le printemps est sec; le poids moyen du grain est de 30 q. m. 4 pour l'avoine Ligowo et celui de la paille de 33 q. m. 9; les deux nombres approchent de l'égalité. Ils s'écartent un peu plus pour l'avoine des Salines, puisqu'en moyenne on obtient 33 quintaux métriques de grains et 38 q. m. 2 de paille; la paille des Salines est toujours plus forte, plus haute que celle de Ligowo; elle est aussi plus rigide, et pendant la saison 1898, nous avons eu à regretter la verse de quelques parcelles de Ligowo et de Houdan tandis que les Salines sont restées droites.

En 1896, manifestement l'avoine des Salines l'emporte sur l'avoine Ligowo, et en effet, le produit brut de Ligowo est seulement de 632 francs par hectare, celui des Salines de 734 francs.

Année 1897.

Pendant l'année 1897, nous avons semé l'avoine après betteraves comme nous le faisons habituellement.

Nous avons insisté dans les pages précédentes, où nous nous sommes occupés de la culture du blé, sur les résultats singuliers auxquels a conduit l'extrême chaleur de quelques jours de juillet; le transport des principes élaborés des feuilles au grain a été arrêté, et le poids du grain est resté tellement faible que, il n'est en général que le tiers, parfois même le quart du poids de la paille, au lieu d'en être la moitié.

Les trois avoines mises en comparaison ne présentent plus des rapports irréguliers entre la paille et le grain : nous trouvons, en effet, comme moyenne.

	Poids du grain.	Poids de la paille.	Rapport de la paille au grain.
Salines..........	26.1	63.2	2.4
Ligowo..........	31.2	64.9	2.0
Houdan..........	24.5	46.4	1.89

Si l'avoine des Salines fournit un rapport un peu supérieur à 2, Ligowo donne exactement 2, et enfin le poids de la paille de Houdan n'est pas le double de son grain; il est bien à remarquer cependant que ce rapport est très élevé, car si le grain de blé présente habituellement un poids double de celui de sa paille, il n'en est

TABLEAU V. — Culture de l'avoine au champ d'expériences de Grignon en 1897.

(Tous les nombres sont rapportés à l'hectare.)

NUMÉROS DES PARCELLES	VARIÉTÉS CULTIVÉES	CULTURE ET FUMURES EN 1895.	FUMURES EN 1896.	POIDS du GRAIN en quintaux métriques.	POIDS de la PAILLE en quintaux métriques.	VALEUR du GRAIN à 19 fr. les 100 kil.	VALEUR de la PAILLE à 35 fr. la tonne.	VALEUR de la RÉCOLTE.
45	Avoine des Salines. .	Betteraves, 20,000 kilos. Fumier. Terre nitrifiante.	Aucune fumure	27.6	64.6	524	226	750
46	—	Betteraves, 20,000 kilos. Fumier. 200 kilos. Nitrate.	—	27.1	62.6	514	219	733
47	—	Betteraves, 20,000 kilos. Fumier. Terre nitrifiante.	—	23.6	62.4	448	218	666
48	Avoine de Ligowo. .	Betteraves, 20,000 kilos. Fumier. 200 kilos. Nitrate.	—	27.1	60	514	210	720
65	—	Betteraves, 20,000 kilos. Fumier. Terre nitrifiante.	—	31.6	64.4	600	215	815
68	—	Betteraves, 20,000 kilos. Fumier.	—	35.1	70.5	667	246	913
62	Avoine de Houdan. .	Betteraves, S. E	—	22.4	48	422	168	590
63	—	Betteraves, 200 kilos. Nitrate. .	—	22.6	49.2	429	172	601
64	—	Betteraves S. E.	—	28.7	48.1	545	168	713

pas de même pour l'avoine; il n'est pas rare de voir des poids presque égaux et très souvent, dans Houdan, le rapport ne dépasse pas, 1, 3, par conséquent, l'influence de la saison reste encore sensible, bien que moins accentuée que pour les cultures de blé.

La maturation de l'avoine est plus tardive que celle du grain; en outre, les inflorescences ne forment pas une masse serrée comme dans le blé; elles sont plus écartées, et il semble que l'échaudage, qui a été si nuisible à la maturation du blé, ne se soit pas produit pour l'avoine.

Les récoltes cependant n'ont été que passables; elles ont été, en outre, irrégulières; on trouve d'une parcelle à l'autre des écarts notables, bien que les arrière-fumures soient presque identiques.

Si nous prenons la moyenne des produits bruts à l'hectare, nous reconnaissons qu'en 1897 c'est l'avoine Ligowo qui se place au premier rang; nous obtenons, en effet, les nombres suivants :

Produits bruts moyens des trois variétés d'avoine.

Ligowo	816 fr.
Salines	716 —
Houdan	634 —

L'avantage de semer de l'avoine de Ligowo aurait donc été très grand en 1897, car malgré le peu d'empressement que manifeste la clientèle parisienne à acquérir des avoines jaunes, le marché est assez vaste pour qu'on trouve à y placer aisément cette excellente variété.

En 1895, l'avoine des Salines avait donné à l'hectare 869 francs, Ligowo, 832 francs; en 1894, où la comparaison avait porté sur les trois variétés encore cultivées en 1897, on a obtenu pour Salines 946 francs, pour Ligowo 938 francs et 879 francs pour Houdan, et si manifestement cette dernière variété est la troisième dans les classements, Ligowo et Salines se tiennent de près puisque nous trouvons pour l'ensemble des récoltes.

Produits bruts des diverses variétés d'avoine.

	Ligowo.	Salines.
	—	—
1892	540	528
1893	555	629
1894	938	946
1895	832	869
1896	632	734
1897	816	716
Moyenne des six années.	718	737

Il y aurait donc sous le climat de Paris un léger avantage à semer de l'avoine des Salines plutôt que de l'avoine Ligowo, et cet avantage est, ainsi qu'il a été dit dejà, d'autant plus marqué que la paille des Salines est assez rigide pour résister à la verse pendant les années humides comme l'est l'année 1898.

ÉTUDE ÉCONOMIQUE
SUR LES
LAITERIES COOPÉRATIVES DE LA VENDÉE

PAR
M. H. CORNET.
Élève à l'Ecole de Grignon

Depuis quelques années, le mouvement coopératif paraît appelé à jouer, dans la production agricole, un rôle de plus en plus considérable, principalement en ce qui concerne les industries du lait. L'association des agriculteurs, pour la fabrication et la vente en commun du beurre, par exemple, permet de se passer de différents intermédiaires et amène l'emploi des instruments perfectionnés. Pour ces deux raisons fondamentales, les prix de fabrication sont moins élevés, les produits sont de meilleure qualité, de plus longue conservation, et le champ de la production peut s'étendre beaucoup.

Dans tous les cas, les cultivateurs bénéficient les premiers du nouvel état de choses. C'est ainsi qu'en Danemark, des usines de cette origine sont arrivées, en peu d'années, à se créer un grand débouché sur le marché anglais.

Les laiteries identiques des Charentes ont sauvé de la ruine les cultivateurs de cette région, que le phylloxera avait si durement frappés. Enfin les fruitières du Jura sont la richesse des populations agricoles de notre frontière de l'Est.

Un nouvel exemple, très curieux à divers points de vue, nous est offert par l'histoire des beurreries coopératives du Marais méridional de la Vendée.

Le Marais méridional de la Vendée occupe une étendue de 20,000 hectares environ. Il borde l'Océan Atlantique entre Longueville et Marans, s'avance à l'Est jusqu'à Maillezais. Autrefois toute cette contrée était couverte par la mer; encore actuellement

elle est submergée en partie pendant l'hiver. Alors « rien n'est triste, dit M. Duruy, comme cette vaste étendue, tour à tour reprise ou délaissée par les eaux, et découpée par les digues étroites qui sont les chemins du Marais. Partout la solitude et le silence. On n'entend que le clapotement des eaux contre le pied des terres ».

L'assainissement de cette vaste contrée a été entrepris par des Hollandais, sous les règnes de Henri IV et de Louis XIII. De nombreux canaux et fossés la sillonnent en tout sens et emmènent les eaux vers l'Océan.

La situation de ce pays, sa nature géologique, l'humidité de son climat, sont autant de causes qui ont favorisé le développement de prairies, sur lesquelles vit une nombreuse population bovine. Ces animaux appartiennent à la variété « maraîchine ». de la race vendéenne. Leurs aptitudes sont multiples. Les vaches fournissent rarement moins de 2,400 litres d'un lait de bonne qualité. Malheureusement, il est impossible d'écouler ce produit en nature, aucune grande ville ne se trouvant à proximité; le lait risquerait de devenir encombrant si on ne le transformait pas en une substance de plus longue conservation et susceptible d'être envoyée au loin.

Depuis longtemps, les cultivateurs fabriquaient du beurre qui était vendu sur les marchés locaux. Le transport se faisait très difficilement par suite de la rareté des chemins et de la submersion du pays pendant toute une partie de l'année. La production étant supérieure à la consommation, les prix étaient faibles, peu rémunérateurs.

Toutes ces considérations : abondance des produits, difficulté des transports et absence de débouchés expliquent le développement aussi rapide que spontané des beurreries coopératives dans le Marais vendéen.

En 1889, une Ecole d'Agriculture et de Laiterie était créée près de Luçon, à Pétré, sur la limite de la Plaine et du Marais. Les cultivateurs vendéens, dont l'attention avait été mise en éveil par les laiteries de la Charente, purent se rendre compte, de plus près, de l'avantage qu'il y avait à traiter de grandes quantités de lait par les machines centrifuges. Aussi se forma-t-il bientôt de nombreux syndicats.

Cette spécialisation étant toute récente, l'exploitation zootech-

nique ne s'en est pas encore ressentie. Il est plus facile d'introduire dans une région de nouveaux procédés industriels, de créer des associations que de transformer une race. Dans le Marais, les animaux sont nourris, l'été, au pâturage ; l'hiver, au foin et au regain de luzerne, Dans la Plaine, qui alimente en partie quelques laiteries, les betteraves fourragères et les choux prennent une part importante dans la ration.

Au début, malgré les conditions économiques favorables que nous avons signalées, la grande difficulté à vaincre, pour la création des coopératives, fut la rédaction des statuts. Grâce à la sagacité des initiateurs, et, au moins autant, à la bonne volonté des cultivateurs, pas un seul essai n'a échoué. C'est une preuve de la valeur des règlements élaborés, et cela nous conduit à entrer dans quelques détails à leur sujet.

Ils sont, on peut le dire, communs à toute la région ; c'est à peine si les nouveaux syndicats y apportent de légères modifications.

CONSTITUTION D'UNE SOCIÉTÉ

Lorsqu'un syndicat se forme, il prend en général, le titre de *Laiterie coopérative des cultivateurs réunis de ... et leurs environs.*

Son premier soin est de se procurer les capitaux nécessaires à son installation. Ces premières dépenses sont assez élevées. Pour une laiterie où l'on peut traiter 2,500 litres de lait par jour et à laquelle est annexée une porcherie (Mazeau), elles reviennent à 45,000 francs. Celle de Sainte-Hermine, où l'on peut travailler jusqu'à 20,000 litres de lait par jour, a coûté 100,000 francs ; celles de Mareuil-sur-Laye et Valliers sont revenues, la première à 105,000 francs, la deuxième à 110,000 francs. Nous donnons ci-dessous le devis du prix de l'installation d'une laiterie qui, avec une station d'écrémage, peut traiter jusqu'à 20,000 litres de lait par jour :

	Francs.
Le terrain sur lequel est construit la laiterie a une superficie de 1 hect. 30, il a coûté	4.150 »
Les bâtiments de la laiterie sont construits sur 30 ares, le reste est affermé par la Société qui s'est réservé le droit d'y écouler les eaux de lavage.	.
Deux bouilleurs générateurs force, 15 chevaux-vapeur . . . Moteurs de la force de 8 chevaux-vapeur.	8.000 »
A reporter.	12.150 »

Report	12.150 »
Trois écrémeuses Burmeister à 2,000 fr. chaque	6.000 »
Un malaxeur Simon.	1.800 »
Deux barattes danoises	740 »
Bacs à eau chaude, à eau froide, à lait, à petit-lait, pompes, auges à beurre, bidons pour ramasser 20,000 litres	20.000 »
Construction, hangar cimenté, cave	15.000 »
Total.	55.690 »

Station d'écrémage.

Deux écrémeuses Burmeister, machine horizontale, force 4 chevaux, bâtiments, etc	14.310 »
Total. . . . . Fr.	70.000 »

Ces sommes importantes ont été trouvées assez facilement, et dans le pays même. Les propriétaires, les fermiers, les éleveurs aisés ont souscrit des obligations d'une valeur de 50 à 100 francs. Ces prêts portent intérêt à 3.5 ou 4 p. 100; ils sont remboursables par voie de tirage au sort, dans un délai qui n'excède pas la durée de la Société. Celle-ci se réserve le droit d'une libération anticipée.

Les fonds nécessaires pour servir les intérêts de la dette sociale et pour son amortissement sont obtenus différemment : Si la coopérative possède une porcherie, les bénéfices qui en proviennent sont destinés à cet amortissement; au contraire, quand il n'y a pas de porcherie, on prélève à cet effet de 1/2 à 1 centime en général par litre de lait. Cette somme est déterminée à la fin de chaque mois par le bureau de la Société; elle ne doit pas dépasser une certaine limite fixée par les statuts.

Tous les membres sont solidairement responsables de l'emprunt initial, vis-à-vis du prêteur, au prorata des droits acquis.

La plus grande facilité est donnée aux cultivateurs pour faire partie de l'Association, car le nombre des membres en est illimité, et il suffit, pour être agréé par le Conseil d'administration, d'être majeur et de jouir de ses droits civils. Cependant les nouveaux sociétaires doivent payer une première mise d'entrée, dont le montant est déterminé au commencement de chaque trimestre par le Conseil d'administration. Cette somme constitue une garantie pour la Société en un dédommagement pour les membres fondateurs qui seuls supporteront les frais généraux dus aux tâtonnements de première fabrication.

Tout sociétaire peut céder ses droits en payant une certaine somme fixée en assemblée du Conseil d'administration; il faut, de plus, que le cessionnaire soit agréé par le bureau.

Si un des membres vient à mourir, à quitter la région ou à céder l'exploitation de ses terres, il est dégagé envers le Syndicat; cependant, dans le dernier cas, il doit avertir le président au moins un mois à l'avance.

ADMINISTRATION

Les Sociétés coopératives sont administrées par un bureau dont les actes sont contrôlés par une commission spéciale.

Le bureau comprend, avec le président, le vice-président et le trésorier, un directeur comptable et un conseiller par dix sociétaires et fraction d'au moins cinq. Il a des attributions nettement définies; non seulement il est chargé des affaires courantes de l'administration, mais il peut, pour des raisons graves, dont il est seul juge, prononcer l'exclusion d'un ou plusieurs membres sans préjudice des poursuites à exercer contre eux. Cette décision est prise d'office contre tout sociétaire qui a fraudé ou vendu des produits de mauvaise qualité.

Le président, le directeur-comptable, le trésorier, doivent rendre compte de leur mandat à toute réquisition, soit de leurs collègues, soit de la commission de contrôle, et au moins une fois l'an à l'assemblée générale. Ils ne répondent que de l'exécution de leur charge, et ne contractent, en raison de leur gestion, aucun engagement personnel. Toutes ces fonctions, sauf celles de directeur-comptable sont gratuites.

L'institution d'une commission de contrôle ayant des pouvoirs assez étendus est une mesure très sage. Elle vérifie tous les actes du bureau, au moins une fois chaque trimestre; dans ce but, elle peut opérer à son gré des recensements inopinés, exiger la communication de tous les documents qu'elle juge utile de consulter. Dans le cas où elle reconnaît que les intérêts de la Société ont été compromis, elle doit faire réunir l'assemblée générale par le bureau. Si ce dernier refuse, elle provoque cette convocation de sa propre initiative. Mais, dans tous les cas, elle doit expliquer les motifs de sa conduite.

Les achats, les ventes d'immeubles, les prêts et emprunts hypo-

thécaires sont décidés par l'assemblée générale. Celle-ci élit le président, le directeur-comptable et le trésorier. Les conseillers et les membres de la commission de contrôle sont nommés par chaque section ou village.

Les Sociétés sont formées en général pour une durée de cinq à dix années. Il est presque toujours décidé que si, à la fin de cette période, la moitié des membres plus un, veut continuer, les autres devront leur abandonner tous leurs droits.

Le lait étant traité mécaniquement, le personnel des usines est peu nombreux. Il comprend : un directeur-comptable, un chauffeur et un beurrier qui surveille aussi l'écrémage. Si la fabrication est importante, une autre personne est nécessaire pour cette surveillance. Tous les ouvriers sont payés à l'année. Ils ne sont aucunement intéressés dans la fabrication, ce qui est un grave tort. La manipulation des appareils de laiterie demande beaucoup d'attention ; de la moindre erreur de réglage peuvent résulter des pertes considérables. Dans une coopérative de notre connaissance, l'écrémage était, au début, si mal conduit, qu'une notable quantité de crème restait dans le lait. Lorsque l'on s'est aperçu de ce mauvais fonctionnement, la laiterie avait déjà perdu une somme importante.

Il faut déplorer aussi le manque de connaissance technique de certains employés n'ayant fait qu'un simple stage dans un établissement similaire.

RAMASSAGE DU LAIT.

Le lait est ramassé tous les matins. Il comprend, avec la traite du matin, celle du soir et du midi de la veille. Des entrepreneurs sont chargés de ce transport qui se fait par charrettes ou par bateaux sur les canaux du Marais. Ce service est donné à l'adjudication. Il grève le litre de lait de 0 fr. 005 à 0 fr. 01.

Les tournées ont souvent plus de 15 à 18 kilomètres, ce qui est long. Pendant le trajet, le lait peut s'acidifier, cela arrive principalement l'été. Pour remédier à cet inconvénient, on a établi, dans la coopérative de Saint-Michel-en-l'Herm, une station d'écrémage à Cuzon. La crème seule est portée à la beurrerie. L'employé chargé de ce service transporte en même temps à la gare le beurre que l'on expédie. Cette organisation a non seulement l'avantage de diminuer la longueur du voyage pour le lait frais et de le mettre

ainsi à l'abri d'une acidification trop forte, mais encore de prévenir au retour, dans une certaine mesure, l'altération du lait écrémé.

Les achats de lait se font au volume. On encourage ainsi la fraude; le cultivateur est porté à nourrir ses vaches de façon à produire une grande quantité d'un lait aqueux, pauvre en matière grasse; en outre, il n'a pas d'intérêt à tenir compte dans le choix de ses vaches de la qualité beurrière. Il faudrait renoncer à ce mode d'achat, si irrationnel, et baser uniquement les comptes, comme cela se fait dans certaines laiteries belges et des États-Unis, sur la richesse en matière grasse.

Il n'est pas besoin pour cela de faire une analyse complète du lait. On dispose d'appareils tels que ceux de Babcocket et de Gerber, qui donnent facilement et avec une approximation suffisante la richesse en matière grasse.

Les sociétaires sont tenus à certaines obligations en ce qui regarde la livraison du lait et les soins à lui donner. Chaque membre de la Société doit fournir tout le lait non employé à sa consommation, à l'exception du lait du dimanche. A l'époque de la moisson, les fermiers et les propriétaires qui emploient des journaliers qu'ils ont l'habitude de nourrir peuvent disposer de la traite du soir. Il est permis aux sociétaires de vendre quelques litres de lait à leurs voisins à la condition de ne pas abuser de ce privilège. On recommande aux cultivateurs de ne pas mélanger les diverses traites.

D'après les statuts, le bureau peut faire prélever des échantillons chez les sociétaires, à son choix, soit par le garde champêtre, soit par l'homme chargé du transport du lait, appelé *tourne-lait*. Les échantillons sont pris en double; ils sont cachetés à la cire et à la marque de la Société, et le propriétaire y appose sa signature.

Un second échantillon est pris, le soir ou le lendemain, après la traite des vaches, faite en présence de deux témoins désignés par le bureau. Ces échantillons sont examinés par une commission nommée à cet effet, en présence des propriétaires et des témoins. Si, après vérification, on a constaté la fraude, le propriétaire doit la reconnaître par écrit. Lorsqu'il y a contestation, on s'en remet à l'analyse faite par un chimiste. Il est infligé au fraudeur une amende variant de 100 à 1000 francs et l'exclusion peut être prononcée.

En pratique, le contrôle du lait est fait d'une façon insuffisante. Dans quelques coopératives seulement, tous les matins un employé prélève des échantillons de lait. Le plus souvent, seul, le *tourne-lait* fait ses prises de densité de temps à autre. On décèle ainsi le mouillage; mais si ce dernier a été combiné avec un écrémage partiel, la fraude n'est pas découverte.

Les sociétaires sont entièrement libres en ce qui concerne l'alimentation des animaux et le choix de la race. Dans la coopération des Deux-Sèvres, la liberté n'est pas aussi grande. Ainsi il est défendu aux membres de la Société de la Vallée de la Sèvres de faire entrer les choux dans la composition des rations. On a remarqué, en effet, que ces derniers, employés en forte proportion, communiquaient au beurre un goût détestable.

Pour les beurreries du Marais, la question de l'alimentation des animaux a une moins grande importance, ces derniers étant nourris, comme nous l'avons vu, au pâturage ou avec du foin.

La création d'un herd-boock pour l'amélioration de la variété maraichîne est vivement à conseiller.

PRODUITS DE FABRICATION

Le but principal des coopératives est la fabrication du beurre. Le lait écrémé possède encore une certaine valeur, il est utilisé de façons très diverses.

Dans les premières années, on avait, dans quelques usines, annexé une fromagerie à la beurrerie. Cela occasionnait beaucoup de complications dans le fonctionnement de la Société et rapportait peu ; aussi ce procédé est-il partout abandonné.

Le lait écrémé peut être employé à nourrir des porcs appartenant à la coopération (coopérative de Mazeau). S'il n'est pas tout employé dans ce but, le surplus est vendu à un entrepreneur.

Nous donnons, ci-dessous, le compte des produits retirés du lait, dans une coopérative où l'on exploitait, avec la beurrerie, une fromagerie et une porcherie :

Porcherie.

	fr. c.
Vente des porcs, du fumier et du purin	26 514 45
Achats d'animaux et frais divers.	24.412 13
Bénéfice.	2.101 32
Il a été vendu à un entrepreneur du lait écrémé pour . .	1.295 05

Fromagerie.

	fr. c.
On a fabriqué du fromage pour	1.071 10
Les dépenses se sont élevées à.	241 65
Bénéfice.	829 45

Le lait écrémé a donc rapporté :

Porcherie.		Lait vendu.		Fromagerie.		
2.101 fr. 32	+	1.295 fr. 05	+	829 fr. 45	=	4.245 fr. 82

La quantité de lait écrémé ainsi employée ayant été de 800,000 litres environ, chaque litre a été payé :

$$\frac{4.245\ 82}{800.000} = 0 \text{ fr. } 0054$$

Si l'on se reporte à l'année 1893, époque de cette spéculation, on se rappelle que le prix des porcs était très élevé. De plus, il est reconnu que ces animaux font atteindre au litre de lait écrémé une valeur moyenne de 0 fr. 02 à 0 fr. 04. On doit donc être étonné du faible prix *0* fr. *0054* trouvé ici.

Il ne peut être fait que deux hypothèses :

1° L'élevage des porcs a été mal fait ;

2° La faible valeur du lait écrémé dépend du compte fromagerie et lait vendu.

La première n'est guère admissible et on arrive à cette conclusion que les deux dernières utilisations : lait vendu, fromagerie, ne sont pas économiques.

Il nous reste à examiner, en dernier lieu, le mode d'emploi le plus fréquent du lait écrémé : celui où il est rendu aux sociétaires.

Cette restitution se fait « poids pour poids ». La coopérative se réserve seulement un déchet de 1/10, autrement dit pour 10 litres de lait frais, le sociétaire reçoit 9 litres de lait écrémé. Ce dernier est, en général, mélangé avec les eaux de lavage du beurre. Les bidons dans lesquels il est mis ne sont pas toujours très propres ; aussi, lorsqu'il arrive à la ferme, il est le plus souvent caillé, ce qui est un grave inconvénient. En effet, si le lait caillé peut servir à l'engraissement des porcs, il ne peut servir à l'élevage des jeunes veaux, et il est démontré qu'il peut atteindre, lorsqu'il est transformé par ces derniers animaux, une valeur de

0 fr. 05 à **0 fr. 10** le litre, ce qui dépasse de beaucoup le rendement économique des porcins.

Il faudrait donc apporter plus de soins à la conservation du lait écrémé, de façon à permettre à nos éleveurs vendéens d'imiter ce que font depuis longtemps, avec avantage, les Allemands dans le Oldembourg, et ce que plusieurs agriculteurs français, entre autre M. Gouin, des environs de Nantes, ont expérimenté avec succès.

On pourra nous objecter que le rayon d'alimentation des coopératives étant très étendu, il est difficile d'empêcher l'altération du petit lait pendant le transport. Si les points extrêmes ne peuvent pas bénéficier de cet avantage, ce n'est pas une raison pour en priver les autres.

COMPTABILITÉ

Les Sociétaires possèdent chacun un carnet, sur lequel on inscrit la quantité de lait donnée journellement, et où se trouvent imprimés les statuts concernant les soins à donner au lait. Il est donc impossible d'invoquer l'ignorance comme excuse en cas de fraude.

Le tourne-lait possède également un autre livret où il marque le lait fourni par chaque membre.

La comptabilité se fait en partie simple. En plus du journal, du livre de caisse et d'inventaire, il y a le grand-livre des sociétaires où sont inscrits les apports mensuels, le prix du litre de lait, les sommes perçues et celles retenues pour l'amortissement et les divers frais.

La disposition des feuilles de ce « Livre des sociétaires » est comme ci-dessous :

Monsieur M.................................... *Commune de*....................................

ANNÉE 1894	QUANTITÉ de litres de lait.	PRIX du litre.		SOMMES REMISES		AMORTISSEMENT	
		Fr.	c.	Fr.	c.	Fr.	c.
Janvier	350	0	11	38	50	3	50
Février	300	0	13	36	»	3	»
Mars	»	»	»	»	»	»	»

. . . .

Le lait est payé à la fin de chaque mois.

On fait, d'une part, la somme de ce qu'a rapporté la vente des produits, puis, d'autre part, le total du lait employé. On divise la première quantité par la deuxième et on a le prix brut du litre de lait.

On fait sur ce prix les différentes retenues dont il a été parlé à plusieurs reprises. (Frais de fabrication, amortissement et intérêts de la dette sociale...), on a alors le prix net du litre de lait.

Il est ensuite facile de faire le compte de chaque sociétaire. Si X... a fourni, pendant le mois de janvier, 550 litres de lait, que le prix brut du litre de lait soit 0 fr. 13, et la retenue par litre 0 fr. 02, il lui sera payé :

$$550 \times (0.13 - 0.02) = 38 \text{ fr. } 50$$

Vente. — Il a été fondé, le 8 mai 1893, une association entre les diverses laiteries des Charentes et du Poitou.

Les beurres fabriqués chaque jour par les laiteries appartenant à l'association sont vendus pour la plus grande partie à la criée, aux Halles centrales de Paris. Les beurres livrés par les Sociétés adhérentes sont garantis purs, exempt de tout mélange.

La vente au détail, qui se fait à la laiterie, est relevée à l'aide d'un carnet à souche.

RÉSULTATS ÉCONOMIQUES

Le prix moyen du litre de lait varie un peu d'une Société à l'autre. Cela tient à plusieurs facteurs, dont l'un des principaux est la situation géographique. On a remarqué, en effet, que la qualité du beurre diminue à mesure que l'on se rapproche de la mer. Aussi, à partir de 25 à 30 kilomètres de l'Océan, la fabrication du fromage devient bien plus économique. Il en résulte une concurrence entre les fromageries industrielles et les beurreries coopératives, concurrence qui est tout au désavantage de ces dernières. La substitution de la fabrication du fromage à celle du beurre serait à désirer dans toute la partie de la contrée qui longe la mer.

La saison est un deuxième facteur du prix du lait. En janvier 1897, le litre de lait était payé, dans la coopérative de Saint-Michel-en-l'Herm, 0 fr. 115, tandis que, dans le mois de mai, il n'était plus que de 0 fr. 065.

La somme consacrée chaque année à l'amortissement du capital social influe aussi sur le prix du litre de lait.

En dernier lieu, il faut signaler les frais généraux qui dépendent beaucoup de la plus ou moins grande proximité d'une gare d'expédition.

Voici, à titre d'indication, le prix moyen du litre de lait dans quelques coopératives.

Mazeau (Le lait écrémé n'était pas rendu, année 1893)	0 fr. 1015
Saint-Michel-en-l'Herm	0 09
Saint-Hermine	0 088
Champagné-les-Marais	0 08

Nous allons examiner les comptes rendus des opérations commerciales de diverses Sociétés, prenant un exemple pour chacun des cas particuliers qui se rencontrent.

Prenons, en premier lieu, une Société dans laquelle le lait écrémé n'est pas rendu aux sociétaires, mais est employé de différentes façons :

BEURRERIE

	Fr. c.
Recettes.	
La vente en gros et en détail du beurre fabriqué a produit. .	115.516 07
Dépenses.	
Sommes payées pour la fabrication du lait.	103.083 95
Dépenses diverses.	12.463 19
Total des dépenses.	115.547 14
Excédent des dépenses sur les recettes	31 07
Lait écrémé.	
Le lait écrémé a rapporté (Voir précédemment)	4.245 82
Recettes et dépenses diverses.	
Retenues faites à certains sociétaires pris en fraudes et autres.	127 93
Dépenses.	
Dépenses imprévues.	2.375 65
Il reste en faveur de l'actif.	2.267 03

Les recettes et les dépenses s'équivalent ou à peu près dans le compte Beurrerie. Pour que ce compte se solde en bénéfice, il

TABLEAU DES RECETTES

MOIS	NOMBRE de litres de lait.	PRIX du litre.	NOMBRE de litres au kilog. de beurre.	QUANTITÉ de beurre fabriquée.	PRIX moyen au kilogr.	PRIX de vente du beurre.	RECETTES diverses.	TOTAL des recettes.
		fr. c.	kil. gr.	kil. gr.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
Février . .	109.259	0 12	20 55	5.316 300	2 83	15.079 63	27 80	15.107 45
Mars . . .	144.815	0 11	21 73	6.662 250	2 75	18.365 70	24 05	18.385 75
Avril. . . .	194.115	0 10	21 95	8.840 500	2 51	22.196 53	151 90	22.348 43
Mai	280.197	0 075	22 31	12.558 450	1 96	24.619 08	168 40	24.747 48
Juin. . . .	292.079	0 075	22 36	13.097 275	1 96	25.744 28	191 95	25.936 23
Juillet. . .	286.804	0 07	22 34	12.339 024	1 98	24.440 57	375 95	24.616 52
Août . . .	273.370	0 75	21 78	12.543 800	1 95	24.485 20	148 »	24.633 20
Septembre.	245.041	0 75	20 75	11.804 250	1 93	22.792 06	124 75	22.916 81
Octobre . .	236.622	0 085	20 56	11.913 060	2 02	24.259 »	395 40	24.654 40
Novembre .	210.264	0 099	19 13	10.987 050	2 12	233.205 65	138 45	23.466 30
Décembre .	166.003	0 10	19 16	8.660 250	2 51	21.736 28	230 85	21.967 13
	2.438.569	0 088	21.24	114.822 205	2.15	247.044 »	1.977 50	248.823 70
	Total.	Moyenne.	Moyenne.	Total.	Moyenne.	Total.	Total.	

TABLEAU DES DÉPENSES

MOIS	PAYEMENT du lait.	SOMMES payées aux employés.	COMBUSTIBLE	EMBALLAGE	HUILES	PRODUITS chimiques.	RÉPARATION aux charrettes.	DÉPENSES diverses.	TOTAL
Février . .	13.085 90	632 75	300 »	344 30	»	75 40	»	7 85	1.446 20
Mars. . . .	15.917 05	1.470 30	335 55	10 30	»	2 »	»	61 80	17.797 »
Avril. . . .	19.376 95	1.676 15	190 »	220 »	»	»	»	24 45	21.487 55
Mai	21.008 03	1.634 70	25 »	492 50	201 05	28 40	»	33 70	23.423 38
Juin. . . .	21.897 40	1.769 45	373 75	288 95	»	10 80	46 »	107 10	24.493 45
Juillet . . .	20.066 80	1.921 80	190 »	125 60	»	7 75	36 50	115 95	22.464 40
Août. . . .	20.489 05	1.829 15	318 05	354 30	»	»	»	137 45	23.128 »
Septembre .	18.347 35	1.850 80	190 »	830 30	8 85	»	57 40	133 05	21.417 75
Octobre . .	20.101 90	1.992 35	»	1.144 85	136 »	75 »	24 25	17 50	23.491 85
Novembre .	18.911 40	1.774 75	215 »	102 70	»	40 50	»	40 25	21.084 60
Décembre .	16.596 15	1.822 70	374 20	670 25	205 95	11 50	133 55	510 92	20.305 22
	205.797 98	18.374 90	2.511 55	4.584 05	551 85	251 35	277 70	1.190 02	233.539 40

suffirait de payer moins cher le prix du litre de lait. Les recettes provenant de l'utilisation, par la Société, du lait écrémé, suffisant à constituer le fond de roulement, le capital qui resterait en caisse serait inutile. Il faudrait le partager, entre chaque sociétaire, au prorata des quantités de lait fournies. De cette façon, il *recevrait en deux fois* ce qu'actuellement *on lui donne en une seule fois*. La réserve n'aurait servi à rien, et les associés en auraient perdu l'intérêt pendant tout le temps qu'elle serait restée en caisse.

2° Nous allons voir, maintenant, ce qui se passe lorsque le lait écrémé est rendu aux sociétaires.

	Fr.	c.
Recettes	248.823	70
Dépenses	233.539	40
Bénéfice net des onze mois de l'année 1897	15.284	30

Ce bénéfice a été employé :

	Fr.	c.
1° A l'amortissement du capital	10.176	90
2° Au paiement des intérêts et de l'impôt de l'emprunt.	2.356	70
Restait en caisse au 31 décembre 1897	2.750	70
Total	15.284	30

On constate qu'on a fait, sur le prix du litre de lait, une retenue telle, qu'à la fin de l'année, il reste en caisse une somme suffisante, non seulement pour couvrir l'amortissement et payer les intérêts du capital, mais aussi pour constituer un fond de roulement. C'est cette somme qui, par une assimilation très malheureuse des coopératives aux établissements industriels, est désignée ci-dessus sous le nom de bénéfice.

Tandis qu'un industriel cherche à payer la matière première le plus bas prix possible, les coopératives tendent à lui faire obtenir sa valeur maximum. Cela est général dans toutes les associations entre producteurs. Il est facile de constater que ce résultat sera d'autant mieux acquis que la somme dite bénéfice sera plus faible.

En effet, supposons que, dans la beurrerie en question, le capital ait été amorti. Les associés auraient reçu :

10.176 fr. 90 + 2.356 fr. 70 = 12.533 fr. 60 de plus.

et pourtant la quantité bénéfice aurait été diminuée de cette même somme.

On peut donc conclure que, dans l'étude économique des coopératives, il ne faut pas se baser sur ce que, dans les comptes, on appelle bénéfice, car ce n'est qu'une simple retenue faite sur le prix du litre de lait.

Le seul critérium réside dans le prix de ce litre de lait.

Comparaison entre la valeur du lait dans les coopératives et sa valeur ancienne.

Il nous est facile de montrer la-plus value du lait, par suite de la création des coopératives :

1° Le beurre fabriqué individuellement se vend 0 fr. 50 de moins que celui des Sociétés ;

2° On économise par l'écrémage centrifuge environ 2 litres de lait par kilo de beurre fabriqué.

Si nous prenons, comme prix du beurre et comme quantité de lait nécessaire pour en fabriquer un kilo, les chiffres de la coopérative ci-dessus, nous trouvons que le kilo de beurre fait individuellement est payé en moyenne : 2 fr. 15 — 0 fr. 50 = 1 fr. 85, et que, pour le fabriquer, il faut en moyenne :

21 lit. 34 + 2 = 23 lit. 24

Le prix du litre de lait est de :

1.85 : 23.24 = 0 fr. 079

Nous avons ainsi le prix brut du litre de lait. Il faut en déduire les frais de fabrication et surtout les frais occasionnés par les déplacements que nécessite la vente du beurre.

Ces frais sont au moins égaux à ceux des coopératives, car, dans ces dernières, ils se répartissent sur une grande masse de produits.

D'après ces données, on arrive à trouver que le prix net du litre de lait est de :

0 fr. 079 — 0.011 = 0 fr. 068

Dans la Société étudiée ci-dessus, il est de :

0 fr. 088

La différence est donc de : 0 fr. 088 — 0 fr. 068 = 0 fr. 02 par litre. En admettant qu'une vache donne 2,000 litres de lait, on arrive, par tête, à une somme de :

0.02 × 2.000 = 40 francs.

Ces chiffres sont assez éloquents par eux-mêmes ; ils se passent de tout commentaire.

Les cultivateurs se sont vite aperçus des avantages de la coopération. Aujourd'hui on compte, en Vendée, quatorze Sociétés coopératives, la plupart localisées dans le Marais. Ce sont : Champagné-les-Marais, Damvin, Gué-Vouillé, Ile-d'Elle, Mozeau, Maillezais, Nalliers, Puyravault, Saint-Michel-en-l'Herm, Puyré-sur-Vendée, La Lombardière, Mareuil-sur-Laye, Sainte-Hermine [1].

L'importance de ces beurreries varie beaucoup. En 1896, on a travaillé, dans la coopérative de Saint-Michel-en-l'Herm, 2,274,526 litres de lait.

De février à décembre 1897, la Société de Sainte-Hermine à traité 3,438,569 litres ; dans la même année, celle de Champagné-les-Marais, 684,370 litres.

A Mareuil-sur-Laye, Nalliers, les quantités de lait qui passent journellement dans ces usines atteignent, pendant plusieurs mois de l'été, 25,000 litres.

ASSURANCES MUTUELLES.

Une des conséquences les plus heureuses de l'établissement des coopératives est la constitution simultanée de Société d'assurance mutuelle contre la mortalité des animaux. Ces institutions si utiles n'ont pris en Vendée un développement appréciable qu'à la suite de l'apparition des syndicats. L'économie de cette méthode est aisée à faire ressortir. En effet, les frais de gestion sont minimes, puisque l'administration de la coopérative s'en occupe elle-même ; d'un autre côté, le paiement des primes (celles-ci consistent en une réclame faite sur le prix du lait) ne paraît plus une charge onéreuse aux yeux de l'assuré.

Les cultivateurs ont d'ailleurs compris, très rapidement, tout l'intérêt qu'ils pouvaient en recueillir, et c'est là une des raisons essentielles pour laquelle le mouvement syndical y a pris tant d'importance.

Les Sociétés attribuent à leurs membres sinistrés de 70 à 80 p. 100 de la valeur estimative des animaux perdus. Si la mort est due à un manque de soin ou à une épizootie régnant dans le pays, il n'est rien alloué aux propriétaires. Quand il y a contestation sur les causes de mort ou sur la valeur de l'animal, on s'en

1. Soullans en formation.

remet à la décision d'un vétérinaire désigné d'un commun accord, et en dernier lieu on a recours au juge de paix. Si les offres de la Société sont jugées insuffisantes, les frais d'expertise restent à sa charge.

Lorsqu'un animal est atteint d'une maladie de nature à entraîner la mort, et que, sur l'avis d'un vétérinaire, la viande peut être livrée à la consommation, l'animal est abattu et vendu pour le compte du propriétaire. Le syndicat accorde à ce dernier une certaine somme, si le prix de la viande vendue n'a pas atteint les 70 p. 100 de la valeur de l'animal. Dans tous les cas, les sinistres doivent être signalés au trésorier, dans les vingt-quatre heures, sans cela les sociétaires perdent leurs droits à une indemnité.

CONCLUSION

Il y a quelque dix ans, à la naissance des premières coopératives, de nombreux cultivateurs du Marais s'accordaient à leur attribuer une durée éphémère. En dépit de ces prédictions si peu raisonnées, souvent intéressées, lentement mais sûrement, les syndicats ont vu grossir le nombre de leurs membres. Peu à peu aussi, les débouchés se faisant plus considérables, le chiffre des affaires augmenta sans cesse, puis la formation de Sociétés d'assurance mutuelle fut possible et la constitution de nouvelles associations se fit en différents points de la contrée.

Aujourd'hui, ces coopératives vendéennes ont fait leurs preuves, elles sont solidement établies dans l'esprit de nos cultivateurs, aussi, sans être grand prophète, on peut affirmer qu'elles continueront à être la source de solides bénéfices pour la région.

Leur marche sera progressive, comme tout ce qui dépend de l'initiative de l'homme, et malgré les conditions naturelles exceptionnellement favorables, des modifications se produiront et doivent être faites.

Ainsi des méthodes un peu mieux entendues des irrigations, l'emploi judicieux des engrais chimiques, et surtout l'amélioration des races bovines locales, permettent d'envisager un avenir encourageant.

Cet exemple, dont nous venons d'indiquer la très rapide histoire, montre, en tout cas, que la coopération est un des moyens les plus

solides et des mieux appropriés aux populations calmes et réfléchies de nos campagnes.

Je ne puis terminer ce travail sans remercier mes savants maîtres, MM. Dehérain et Zolla, pour les encouragements et les bons conseils qu'ils n'ont pas cessé de me prodiguer.

CORRESPONDANCE

Nous recevons la lettre suivante que nous insérons ainsi qu'on veut bien nous en prier :

Scandicci, le 30 juin 1898.

TRÈS HONORÉ MONSIEUR,

J'ai lu, dans le 6e fascicule des *Annales agronomiques*, un court résumé de mes travaux sur *l'humidité du sol*, dans lequel on m'attribue l'explication suivante du fait, que les plantes bien fumées aux engrais chimiques ne souffrent guère du manque d'eau, tandis que les plantes non fumées se dessèchent rapidement : « Les engrais salins augmentent le pouvoir hygroscopique du sol et mettent les plantes à même de mieux profiter de l'humidité qu'elles y trouvent (?) »

Je tiens à déclarer que la seconde partie de cette explication ne m'appartient point du tout, comme vous pourrez aisément constater en consultant les travaux originaux (*Stazioni Sperimentali Agrarie italiane*, 1895, p. 607 et 721).

J'ai, en effet, écrit (p. 722):

Les engrais chimiques pourraient agir de deux façons, soit en provoquant la formation de racines plus abondantes dans les profondeurs, à l'aide desquelles les plantes pourraient atteindre, dans les couches du sous-sol, l'humidité qui fait défaut à la surface, soit en provoquant une absorption plus forte de l'humidité atmosphérique par cette partie du terrain et, en outre, en modérant l'évaporation.

Nous ne prendrons pas en considération la première hypothèse; quant à l'autre, elle a été comfirmée par l'expérience, d'où résulte que quelques engrais, savoir le nitrate de soude et le chlorure de potassium, augmentent le pouvoir d'absorption du sol et s'opposent, jusqu'à un certain point, aux pertes d'eau par évaporation, tandis que le phosphate monocalcique pur et le sulfate d'ammoniaque ne jouent pas ce rôle.

En vous priant de vouloir bien publier cette lettre, veuillez agréer, Monsieur, mes remerciements et mes salutations les plus distinguées.

NAPOLEONE PASSERINI.

Observations. — En réalité, nous nous demandons quelle différence sensible existe entre notre analyse et la rédaction nouvelle que nous envoie M. Passerini. Notre correspondant se borne à répéter que certains sels activent les propriétés hygroscopiques du sol, nous n'en doutons pas, puis-

qu'il l'affirme; mais ce qui nous a conduit à faire suivre d'un point d'interrogation, le résumé de son travail, c'est que nous supposons que l'absorption de l'eau atmosphérique est très faible, par rapport à l'énorme transpiration des végétaux, et que, par suite cette augmentation des propriétés hygroscopiques du sol ne peut avoir qu'une influence insignifiante sur le développement de la plante. P.-P. D.

REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Viticulture.

Les fumures phosphatées de la vigne, par M. Grandeau [1] et M. L. Mathieu [2]. — L'influence des engrais phosphatés sur la vigne et sur le vin qui en provient a été dernièrement mise à l'ordre du jour. Un certain nombre d'analyses avaient déjà indiqué la relation directe qui existe entre les qualités du vin et la richesse de ses cendres en acide phosphorique; les grands crus se sont montrés très riches sous ce rapport. M. L. Mathieu et M. Grandeau appellent l'attention des viticulteurs à ce sujet.

Le premier de ces auteurs signale les études de M. Dubbers, chimiste à Biebrich (Allemagne), qui a constaté un parallélisme remarquable entre les qualités des vins du Rhin et leurs proportions en glycérine et en phosphates. Voici d'ailleurs la moyenne de quatre séries d'analyses.

	Alcool.	Glycérine.	Acide phosphorique.
	—	—	—
		grammes.	grammes.
I.	7°,5	10 70	0 38
II.	7°,5	11 76	0 41
III.	10°,0	18 09	0 45
IV:	11°,25	23 05	0 50

M. L. Mathieu pense qu'on peut ainsi expliquer la valeur comme fortifiants des grands vins, attribuable aux matières azotées et phosphatées très assimilables qu'ils renferment.

M. Grandeau cite une expérience exécutée à Avenay, en Champagne, à propos de l'influence de l'acide phosphorique sur la production et sur la qualité des vins. Avant le début de l'expérience, les vignes recevaient uniquement 15,000 kilos de fumier à l'hectare; depuis 1894, on a alterné cet engrais avec 1,000 kilos du mélange suivant :

	grammes.
Scories de déphosphoration.	500
Chlorure de potassium.	200
Sulfate de fer.	300

1. *Journal d'agriculture pratique*, 1896, n° 8 et n° 20.
2. *Revue de viticulture*, t. IX, p. 276.

Les raisins se sont dès lors mieux développés; la moyenne des récoltes, qui était auparavant de 3,040 kilos, s'est élevée à 3,949 kilos; enfin le vin obtenu était plus riche en phosphates et de qualité supérieure.

Les viticulteurs auraient donc, si les observations précédentes se confirment, tout intérêt à distribuer à leurs vignes d'abondantes fumures phosphatées.

A. Hébert.

Le vin forcé, par M. Boiret [1]. — L'auteur signale sous ce nom un vin mousseux que les cultivateurs de la Haute-Savoie fabriquent habituellement pour consommer les jours de réjouissance. La préparation se fait dans des tonneaux épais spéciaux, dont on est obligé de renforcer les fonds à cause de la pression du liquide qui peut atteindre dix atmosphères. Les grappes, bien mûres, sont passées au pressoir, et le moult filtré est introduit dans le tonneau; on y ajoute généralement 1 kilog. à 1 kil. 500 par 60 litres de *liqueur;* on adapte solidement le robinet et on dispose le tonneau au grenier.

La consommation de ce vin doit se faire dans l'année même de la récolte, entre Noël et Pâques; il est agréable à boire, inoffensif et peu coûteux : Il contient environ 5 ou 6 degrés d'alcool et 25 à 35 grammes de sucre par litre.

Sa fabrication, entièrement empirique, est peu étudiée, et pourrait être sans doute perfectionnée au plus grand profit des producteurs et des consommateurs.

A. Hébert.

Recherches sur le développement progressif de la grappe de raisin, par MM. Aimé Girard et Lindet [2]. — Le regretté Aimé Girard avait recherché dernièrement, de concert avec son habile collaborateur M. Lindet, les transformations successives que subit la grappe de raisin dans ses différentes parties avant d'atteindre la maturité. C'est cette étude qui vient d'être publiée dans les *Comptes rendus* de l'Académie.

Les travaux des auteurs ont porté simultanément sur des raisins de trois cépages différents et provenant de régions diverses : des raisins d'Aramon (Hérault), des raisins de Petit-Verdot (Gironde), des raisins de Pinot noir (Saône-et-Loire); on en a fait cinq analyses espacées de quinze jours. La note des *Comptes rendus* ne comporte que les recherches exécutées sur le cépage Aramon, les autres résultats devant être publiés prochainement dans le *Bulletin du Ministère de l'Agriculture.*

Les études de MM. Aimé Girard et Lindet ont porté, d'une part, sur les rafles; d'autre part, sur les grains, ces derniers comprenant la pulpe, la peau et les pépins.

Etude des rafles. — Les rafles ne sont pas sujettes à l'accroissement subi par les grains; leur poids reste sensiblement le même. Les analyses de ces « supports » de la grappe de raisin ont donné les chiffres suivants:

1. *Revue de viticulture*, t. IX, p. 242
2. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1310.

	13 juillet.	29 juillet.	10 août.	26 août.	9 septembre.
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Eau	90 24	81 61	80 65	80 16	74 53
Rafle supposée sèche :					
Sucres	Non dosés.	Non dosés.	5 52	14 91	4 »
Bitartrate de potasse	10 86	6 41	5 21	5 69	3 37
Acide tartrique libre	Néant.	Néant.	0 05	0 10	0 23
Tannin { normal	10 24	4 78	3 87	5 69	4 86
Tannin { anhydre	7 14	4 02	3 46	4 83	5 37
Matières azotées	Non dosées.	5 43	4 18	6 45	4 94
Celluloses	Non dosées.	41 65	44 13	45 51	41 61
Matières minérales[1]	Non dosées.	7 22	7 12	Non dosées.	8 59
Matières non dosées	»	»	26 46	»	27 03
	»	»	100 00	»	100 00

1. Déduction faite du carbonate de potasse du tartre.

La composition chimique des rafles varie, comme on le voit, dans de faibles limites ; on constate seulement que la maturation amène un dessèchement progressif et que la poussée vers le grain des matériaux élaborés par les feuilles et les racines est plus ou moins active ; c'est ainsi qu'on voit varier les proportions des sucres réducteurs qui sont plus considérables au moment de la véraison « comme si, dirigée vers cette pulpe qui ne peut la loger assez vite, la matière sucrée s'arrêtait en attente dans le canal d'alimentation que la rafle constitue ».

La quantité des éléments acides diminue pendant que le grain mûrit. Enfin les autres éléments, matières azotées, ligneuses, minérales, restent en quantités constantes.

Dans les analyses précédentes, on a pu voir le tannin dosé sous deux états : normal et anhydride. Ce dernier constitue un produit brun que les auteurs avaient précédemment désigné sous le nom de matière résineuse et qu'ils ont reconnu pour appartenir à la classe des phlobaphènes ou anhydrides du tannin, suivant l'opinion d'Etti. Ce corps est extrait par macération des rafles dans l'éther à 53 degrés, évaporation à froid dans le vide de la couche hydroalcoolique et précipitation par l'eau du sirop obtenu. Le phlobaphène, séché dans le vide, constitue une poudre brune, peu soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau chaude, soluble dans l'alcool, l'éther, les alcalis, d'où les acides le reprécipitent, soluble dans le tannin, précipitable par l'eau de brome, le chlorure de sodium, le chlorhydrate d'ammoniaque. Il donne une coloration verte par les sels de fer, précipite l'albumine et la gélatine et fournit de l'acide protocatéchique par la potasse fondante.

Etant donnée dans les rafles la constance de la somme « tannin normal, plus phlobaphène », on peut penser que le premier de ces éléments constitue la forme de voyage des matériaux de cet ordre dont le phlobaphène est la forme de réserve.

Etude des grains. — Les pesées des trois parties du grain : peaux, pépins, pulpe, ont donné les résultats ci-dessous :

	13 juillet.	29 juillet.	10 août.	26 août.	9 septembre.
Peaux	24 10	23 10	27 50	27 20	28 69
Pépins	6 80	9 25	8 95	8 00	7 11
Pulpes	87 10	202 70	288 50	364 80	414 20
Poids de 100 grains.	118 00	235 05	324 95	400 00	450 00

On voit que les peaux et les pépins varient peu de poids et ne contribuent pas à l'accroissement du grain qui est dû presque entièrement à l'augmentation de la pulpe.

Les diverses substances qui constituent ces trois parties du grain varient dans les proportions suivantes :

	13 juillet.	29 juillet.	10 août.	26 août.	9 septembre.
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Dans la pulpe de 100 grains :					
Sucres réducteurs	0 43	2 19	15 56	35 98	57 57
Bitartrate de potasse	0 41	0 86	1 63	1 68	2 34
Acide tartrique libre	0 31	1 01	0 80	0 44	0 22
Acide malique	1 95	3 65	4 39	2 08	1 99
Autres acides [1]		1 15	0 86	2 00	1 03
Matières azotées	0 10	0 30	0 43	0 51	1 21
Matières minérales [2]	0 06	0 14	0 17	0 40	0 67
Dans les peaux de 100 grains :					
Matière sèche	3 22	3 82	5 54	6 09	6 55
Bitartrate de potasse	0 08	0 29	0 26	0 14	0 09
Acide tartrique libre	»	0 02	0 02	»	»
Acide malique et autres [1]	0 47	0 37	0 25	0 20	0 23
Tannin normal	0 12	0 23	0 27	0 27	0 28
Tannin anhydride	0 13	0 23	0 36	0 22	0 23
Matières azotées	0 12	0 28	0 30	0 39	0 66
Celluloses	»	2 60	»	2 34	1 98
Matières minérales [2]	0 08	0 08	0 19	0 17	0 42
Dans les pépins de 100 grains :					
Matière sèche	0 78	4 39	5 28	5 »	4 50
Huile	0 05	0 54	0 89	0 98	0 79
Tannin normal	0 11	0 32	0 37	0 30	0 19
Tannin anhydride	0 10	0 15	0 10	0 12	0 35
Matières azotées	0 14	0 42	0 44	0 41	0 35
Celluloses	»	2 49	2 60	2 50	2 14
Matières minérales [2]	»	0 11	0 14	0 14	0 11

1. Exprimés en acide malique.
2. Déduction faite du carbonate de potasse du tartre.

Pulpe. — Pendant la première partie de la vie végétative, la pulpe s'enrichit en ses éléments divers, surtout en matériaux acides ; à partir de

la véraison, c'est principalement le sucre qui s'emmagasine pendant que les acides disparaissent. Les auteurs ont retrouvé à la maturité les proportions égales de glucose et de lévulose déjà signalées par d'autres agronomes et ils ont décelé une petite quantité d'un sucre susceptible d'inversion, mais sans pouvoir conclure d'une façon certaine à la présence du saccharose.

L'acide tartrique s'accumule à l'état de bitartrate de potasse pendant que les autres acides : malique, glycolique, etc., disparaissent par combustion directe.

Au début de la végétation, c'est la zone de pulpe voisine des pépins qui est la plus riche en sucre et la plus pauvre en acide ; le contraire a lieu au moment de la véraison.

Enfin les matières azotées et minérales augmentent brusquement d'une façon considérable au moment où les fruits arrivent à maturité. Il en est de même dans les peaux.

Peaux. — Dans ces organes, le tartre augmente d'abord jusqu'à la véraison, puis diminue ; les autres acides diminuent, bien avant la maturation. Le tannin augmente jusqu'à la véraison, puis reste stationnaire.

Enfin, on s'est assuré par la dégustation d'extraits alcooliques des peaux de raisin, que le bouquet ne se percevait qu'au moment où la grappe commence à mûrir et s'accentuait jusqu'à la fin.

Pépins. — Après leur formation, les pépins renferment des quantités constantes de celluloses, de substances azotées et minérales, et de tannins. Vers la fin de la maturation, ces organes diminuent de poids par suite d'une certaine dessiccation qui se produit au sein même de la pulpe, par suite d'une combustion intracellulaire de l'huile qu'ils renfermaient, enfin par suite de la disparition d'une partie des matières azotées, cellulosiques et minérales.

Le travail de MM. Aimé Girard et Lindet constitue une étude de longue haleine et qui a exigé un grand nombre d'analyses. Il fait d'ailleurs suite aux recherches que les deux savants avaient exécutées sur le même sujet, en 1893 et 1894[1]; il les complète en même temps qu'il les précise et il donne à la physiologie des renseignements précieux sur la formation et le développement de la grappe de raisin. A. HÉBERT.

Sur la présence constante d'un principe alcaloïdique dans les vins naturels, par M. G. GUÉRIN[2]. — A la suite d'une intoxication due à l'absorption d'un vin par un habitant du département de l'Aube, l'auteur a été amené à y rechercher la présence d'un alcaloïde. Cette recherche a été étendue à de nombreux vins marchands chez lesquels on a retrouvé le même principe.

On opérait en évaporant au bain-marie 1 litre de vin additionné d'acide tartrique jusqu'à disparition complète de l'alcool ; le liquide refroidi, rendu alcalin par la potasse, était agité avec de l'éther, et ce dernier, décanté et

1. *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 182, et *Bulletin du Ministère de l'agriculture*, 1895, p. 694.

2. *Journal de pharmacie et de chimie*, 6e série, t. VII, p. 323.

filtré, abandonnait un résidu qui présentait tous les caractères généraux des alcaloïdes.

Ce corps, qui se résinifiait facilement à l'air, était au fond peu toxique. Il est vraisemblable qu'il doit appartenir au groupe des toxines qui se forment dans tous les milieux vivants, ce qui est bien le cas pour le vin, qui est un liquide de fermentation. A. HÉBERT.

Essais de traitement contre le mildiou, par M. G. GOUIRRAUD[1]. — L'auteur a expérimenté, sur des vignes charentaises, l'effet de diverses sortes de bouillies sur la destruction du mildiou ; il est arrivé aux conclusions suivantes :

L'addition de sucre de cannes ou de gélatine à la bouillie bordelaise a donné d'excellents résultats en maintenant une grande partie du cuivre en dissolution ; l'addition de sucre à la bouillie au carbonate de soude n'a exercé aucune action.

Le cadmium produit dans les bouillies un effet analogue à celui du cuivre ; le zinc, la nicotine et l'hyposulfite de soude n'ont donné aucun résultat.

Enfin, M. G. Gouiraud a constaté que la gélatine en faible quantité communiquait à la bouillie des propriétés d'adhérence très nettes sur les feuilles des végétaux. A. HÉBERT.

La bouillie bordelaise albumineuse, par M. CAZENEUVE[2]. — Nous avons signalé plus haut la constatation, faite par M. Gouiraud, de l'adhérence des bouillies additionnées de gélatine ; M. le Dr Cazeneuve, dans le même ordre d'idées, a expérimenté les corps albumineux, notamment le blanc d'œuf et le sang desséché. Il conseille à cet égard les formules suivantes :

1° Bouillie au blanc d'œuf :

Sulfate de cuivre.	2 kil.
Chaux vive.	1 —
Blanc d'œuf desséché.	100 gr.

2° Bouillie au sang desséché :

Sulfate de cuivre.	2 kil.
Chaux vive.	1 —
Sang desséché.	100 gr.

Le sulfate de cuivre est dissous dans 70 litres d'eau ; la chaux, après extinction, est délayée dans 20 litres, et le blanc d'œuf ou le sang sont dissous dans 10 litres. La chaux est versée sur le sulfate de cuivre et on y ajoute ensuite la solution de blanc d'œuf ou de sang desséché.

L'adhérence de ces bouillies s'est montrée nettement supérieure à celle des bouillies bordelaises ou sucrées ; aussi l'auteur en recommande-t-il l'emploi pour les traitements contre le mildiou et le black-rot.

A. HÉBERT.

1. *Revue de viticulture*, t. IX, p. 214.

2. Communication à la Société de viticulture de Lyon ; *Revue de viticulture*, t. IX, p. 279.

La décoloration des vins, par M. A. Hubert[1], M. Mestre[2], M. Hugounencq[3]. — Depuis quelque temps, les vins blancs jouissent d'une faveur marquée et ont subi sur le marché une majoration de prix assez sensible. Aussi un certain nombre de propriétaires possesseurs de vins rouges ou rosés cherchent-ils à transformer ceux-ci de façon à profiter de la plus value. De là l'actualité de la question de la décoloration des vins.

Dans une intéressante étude faite à ce sujet, M. Hubert passe en revue les diverses méthodes employées, qu'il divise en procédés physiques et procédés chimiques.

Procédés physiques. — On emploie depuis quelque temps un décolorant vert dont la fabrication, limitée d'abord en Allemagne, s'est étendue dans notre pays, et basé sur ce fait que le vert, étant complémentaire du rouge, le mélange de ces deux couleurs doit donner du blanc. Le résultat obtenu était assez bon avec les vins légèrement rosés; mais il n'était plus satisfaisant pour les vins un peu colorés. Ce procédé rentre dans la fabrication des vins par les couleurs dérivées du goudron de houille, falsification qui, avec juste raison, est interdite et poursuivie par la loi.

Le noir animal, employé comme décolorant, exerce sur le vin une action néfaste quand il n'est pas suffisamment purifié, car ce produit renferme alors une grande quantité de sels de chaux qui saturent l'acidité du vin et qui y introduisent une certaine proportion de composés calciques anormaux.

Procédés chimiques. — On peut les mettre en œuvre, soit par les corps réducteurs, soit par les corps oxydants.

Le principal corps réducteur employé pour décolorer les vins est l'acide sulfureux, dont l'action est peu énergique et qui sert plutôt d'agent conservateur. A faible dose, ce gaz n'a pas d'effet délétère et son emploi n'est pas condamnable.

Parmi les corps oxydants, on peut citer le peroxyde de sodium, l'eau oxygénée ou simplement l'oxygène de l'air provenant de l'aération. On obtient ainsi un vieillissement rapide du vin et la précipitation de sa couleur, mais les produits obtenus, au lieu d'être franchement jaunes, sont brunâtres, et leur goût tourne au rancis.

Enfin, depuis quelque temps, on trouve sur le marché des vins « blanchis » par un procédé soi-disant spécial et qui est des plus répréhensibles. M. Hugounencq et M. Mestre ont en effet constaté que ces boissons étaient traitées par une certaine quantité de permanganate de potasse, dont l'action oxydante énergique détruit la couleur, mais dont l'emploi modifie la composition du vin et introduit dans ce liquide des éléments anormaux et dont l'innocuité n'est pas suffisamment démontrée. C'est ainsi qu'on retrouve dans les cendres de ces vins une quantité d'oxyde de manganèse pouvant s'élever à près de 0 gr. 60 par litre, alors que le vin naturel n'en renferme que des traces.

M. Hugounencq a imaginé le procédé suivant pour la diagnose rapide des

1. *Revue de viticulture*, t. IX, p. 233.
2. *Revue de viticulture*, t. IX, p. 277.
3. *Journal de pharmacie et de chimie*, 6e série, t. VIII, p. 321.

vins manganésés : A 10 centimètres cubes du vin blanc suspect, on ajoute 1 ou 2 centimètres cubes de lessive de soude et 1 centimètre cube d'eau oxygénée commerciale ; on agite ; la liqueur prend immédiatement une coloration rouge acajou très intense.

Dans les mêmes conditions, les vins blancs normaux ne virent pas ; leur teinte reste jaunâtre, un peu plus foncée seulement.

Ajoutons que le blanchîment au permanganate est usité surtout pour les vins franchement rouges et que son emploi n'est heureusement que peu répandu. Il sera bon de le proscrire énergiquement dans l'intérêt de la santé et de la conscience publiques.

On voit donc, somme toute, que les méthodes employées sont peu efficaces, au point de vue de la décoloration, et qu'il vaut mieux en revenir au procédé le plus simple, qui est de vendre le vin tel qu'il est, quitte à profiter dans les vinifications futures des indications de plus-value du marché viticole, et d'augmenter, s'il y a lieu, la production des vins blancs.

A. HÉBERT.

Microorganismes des vins tournés, par MM. BORDAS, JOULIN et de KACZKOWSKI[1]. — On a signalé dernièrement ici même[2] une précédente étude des mêmes auteurs qui avaient isolé des vins tournés deux sortes de microorganismes distincts qu'ils avaient désignés par les lettres A et B. Le microbe A avait été étudié et dénommé *bacillus roseus vini*. La note que nous analysons maintenant est relative au microbe B.

On peut le cultiver dans un milieu nutritif composé de :

Peptone	10.00
Sulfate d'ammoniaque	4.71
Phosphate d'ammoniaque	0.75
Sulfate de magnésie	0.10
Glucose	10.00
Eau	2.000.00
Potasse	9.5

Ce liquide, ensemencé avec le dépôt du vin malade, est maintenu à l'étuve à 37 degrés pendant un certain temps. Les organismes sont ensuite transportés dans des milieux de culture analogues au précédent, mais de plus en plus concentrés. Le bacille finalement obtenu se présente au microscope sous forme de filaments de 8 à 12 μ de longueur et de 0 μ 8 de largeur.

Ils sont mobiles, souvent réunis deux à deux, transforment lentement les nitrates en nitrites, troublent les milieux peptonés, coagulent le lait au bout de huit jours, ne possèdent pas de spores, résistent à une dessiccation de six mois ; enfin les cultures sont stérilisées en une minute à 50 degrés.

Ensemencés dans le vin, ces organismes le troublent, diminuent l'intensité de sa couleur et produisent après une durée de trois semaines une diminution du tartre et du glucose et une légère augmentation de l'acidité.

1. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1443.
2. *Annales agronomiques*, t. XXIV, p. 300.

Bien différent du microbe A ou *bacillus roseus vini*, il ne donne jamais de voile et se développe dans les milieux contenant plus de 3 grammes de tartre par litre. Enfin, tandis que le microorganisme A transforme la glucose en acide lactique et la glycérine en dioxyacétone, le microbe B donne avec le premier de ces corps de l'acide succinique et ne donne lieu à aucune production de dioxyacétone avec le second.

Les auteurs ont effectué un certain nombre d'analyses sur des vins ensemencés avant et après développement du bacille B.

Ils ont constaté que l'augmentation d'acidité était due tantôt aux acides fixes, tantôt aux acides volatils et que, dans certains cas, la quantité de tartre ne diminuait aucunement. A. HÉBERT.

Physiologie végétale.

Sur la végétation d'une plante verte, *le Nostoc punctiforme*, **à l'obscurité absolue,** par M. BOUILAC [1]. — Dans une note précédente [2], l'auteur avait montré qu'une certaine algue, le Nostoc punctiforme, ensemencée dans une solution nutritive minérale, en présence de bactéries fixatrices d'azote, se développait normalement en décomposant l'acide carbonique de l'air, mais à condition d'être régulièrement éclairée. Dans le cas où cette algue n'est soumise qu'à des radiations lumineuses faibles, elle peut cependant encore se développer si on ajoute à sa solution nutritive une matière organique telle que la glucose.

M. Bouilhac a cherché si le Nostoc gardait cette propriété d'assimilation dans l'obscurité absolue. A cet effet, il a préparé des matras renfermant chacun 500 centimètres cubes de solution nutritive minérale, plus 2 gr. 5 de glucose ; l'un des matras était privé de cette dernière substance et devait servir de témoin.

Après ensemencement de Nostoc recouvert de microbes fixateurs d'azote, les matras ont été disposés dans une caisse fermée, impénétrable à la lumièee, ainsi qu'on s'en est assuré en y laissant séjourner pendant vingt-quatre heures une plaque photographique, qui ne s'est pas trouvée impressionnée. Le tout était placé dans une serre dont la température oscillait entre 20 degrés et 30 degrés.

Après plusieurs mois, tous les matras, sauf le témoin, étaient tapissés par une belle nappe verte de Nostoc dont le poids, à l'état sec, était de 0 gr. 025 environ, et qui était mélangée avec une bactérie dont les cellules sont plongées dans une gelée molle abondante. La nappe se déchire facilement quand on agite la vase; sa matière verte est vraisemblablement constituée par une chlorophylle puisque à l'état normal cette algue décompose l'acide carbonique aérien; M. Bouilhac se propose d'ailleurs de s'en assurer par l'analyse spectrale.

On voit donc que le Nostoc punctiforme est une plante verte qui peut se

1. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1583.
2. *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 880.

développer à l'obscurité absolue, si elle trouve à sa disposition une matière organique telle que la glucose; elle peut donc vivre tantôt comme une plante à chlorophylle en décomposant l'acide carbonique et tantôt comme un cryptogame en assimilant une matière organique. A. HÉBERT.

Sur le septoria graminum Desm., destructeur des feuilles du blé, par M. L. MANGIN [1]. — L'auteur appelle l'attention sur une espèce de champignon qui s'attaque aux feuilles du blé en les faisant jaunir et en diminuant par conséquent leur activité chlorophylienne. On peut d'ailleurs démontrer le parasitisme de cet organisme en épandant sur des tiges de blé de l'eau tenant en suspension des spores de ces champignons; ces spores germent, le cryptogame se développe et ses ravages commencent à devenir visibles après une quinzaine de jours. Comme tous les parasites, le *Septoria graminum* Desm., croit plus abondamment dans les saisons douces et humides que pendant les années sèches. A. HÉBERT.

Arrêt de l'assimilation chlorophyllienne, par M. A.-J. EWART [2]. — Les expériences de M. Ewart ont été faites sous la direction de Pfeffer de Leipzig. Le dégagement d'oxygène était indiqué par le *Bactérium termo* de Cohn comme dans les observations d'Engelmann; les cultures employées étaient âgées de quinze jours, de façon à ce que les organismes fussent bien mobiles. On étudia l'influence de la chaleur, sèche et humide, du froid, des gaz irrespirables, de l'éther, des acides, des alcalis, de l'antipyrine, de l'accumulation des produits d'assimilation, et de l'insolation; on rechercha également à quel âge de la plante commence l'assimilation. Les recherches ont porté sur un grand nombre de végétaux, phanérogames, mousses, algues, etc.

Les conclusions sont les suivantes :

Beaucoup d'agents peuvent amener un arrêt ou une gêne dans l'acte de l'assimilation chlorophyllienne. Ce sont : la chaleur, sèche et humide, le froid, la dessiccation, l'asphyxie partielle, l'éthérisation, l'action des acides, des alcalis et de l'antipyrine, l'accumulation des hydrates de carbone produits par l'assimilation, l'immersion dans des solutions fortement plasmolysantes, et l'insolation prolongée.

L'impuissance à assimiler n'est que temporaire si les cellules à chlorophylle sont encore vivantes; celles-ci reprennent après un temps variable leur faculté assimilatrice initiale ou modifiée.

Pendant la durée de l'arrêt de l'assimilation, les cellules continuent à respirer. Le plus souvent l'activité respiratoire est diminuée; c'est dans ce sens qu'agissent le froid, la dessiccation, les solutions plasmolysantes. La chaleur humide accroît la respiration. Enfin l'éthérisation et l'accumulation d'hydrates de carbone n'ont que peu d'effet. Naturellement lorsque l'assimilation est arrêtée d'une façon permanente les cellules cessent de respirer et meurent.

1. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1438.
2. *Journal Linnean Society Botany*, t. XXXI (1896), n° 217, p. 364.

Dans la plupart des cas l'arrêt de l'assimilation n'est accompagné d'aucun changement visible dans le grain de chlorophylle ; peut-être se produit-il une rupture momentanée de la connexion nécessaire entre le pigment et le protoplasma assimilateurs.

La majorité des agents nuisibles arrêtent ou gênent la fonction initiale de l'assimilation, c'est-à-dire la décomposition de l'acide carbonique ; mais comme l'accumulation d'hydrates de carbone agit sur l'assimilation, toute cause qui gêne le départ de ces corps des cellules actives doit affecter aussi l'activité assimilatrice.

Dans certains cas, des corps chlorophylliens isolés peuvent continuer à assimiler pendant un temps assez court après leur séparation des cellules dont ils proviennent.

Une feuille en voie de développement, dans laquelle les grains de chlorophylle sont formés dès le début en l'absence d'assimilation, ne possède pas immédiatement la faculté de décomposer le gaz carbonique. Le pouvoir assimilateur dépend surtout du développement du pigment chlorophyllien, mais est aussi largement influencé par d'autres facteurs indéterminés. E. D.

Dans de nouvelles expériences, l'auteur étudie les effets de l'absence prolongée de lumière et de la privation d'acide carbonique[1].

Des chloroplastes développés à l'obscurité, verts ou étiolés, sont capables d'exercer leur fonction chlorophyllienne lorsqu'on les place dans des conditions normales. Lorsque la feuille étiolée est très jeune, l'assimilation est impossible, il en est de même lorsque le séjour à l'obscurité a été très long, même lorsque les feuilles renferment beaucoup de matières nutritives.

Des feuilles étiolées, exposées à la lumière dans une atmosphère privée de gaz carbonique, deviennent vertes et acquièrent la faculté d'assimiler le carbone, mais pour un temps assez court, la puissance d'assimilation diminue rapidement et finit le plus souvent pas devenir nulle. L'arrêt de l'assimilation peut se produire lorsque les chloroplastes ont encore un aspect normal ; mais finalement on observe toujours un changement d'apparence et de coloration.

Ainsi des cellules assimilatrices que l'on empêche de remplir leur fonction soit en les maintenant à l'obscurité, soit en les privant d'acide carbonique à la lumière, ne peuvent ensuite décomposer l'acide carbonique que pendant un espace de temps limité, qui, toutes conditions égales d'ailleurs, est plus court dans le second cas que dans le premier. E. D.

Chimie agricole.

Séparation quantitative des albuminoïdes du blé, par M. G.-L. Teller[2]. — Le travail est basé en majeure partie sur les caractères des matières protéiques du blé, tels qu'ils ont été donnés par Osborne et Voorhees. L'au-

1. *Journal Linnean Society Botany*, t. XXXI (1897), n° 219, p. 554.
2. *Arkansas Stat Bull.*, t. XLII, p. 81.

teur est parti de ce fait que l'on peut extraire de la farine de blé, tous les albuminoïdes autres que le gluten, en faisant des épuisements par des solutions à 10 p. 100 de sel marin, le gluten restant complètement insoluble; mais ses recherches lui ont montré qu'une solution au centième est préférable; il est vrai que dans ces conditions on dissout une petite quantité de gliadine, un des albuminoïdes du gluten, ce qui oblige à soustraire 0.27 p. 100 du résultat pour avoir le chiffre de l'azote autre que celui du gluten.

En préparant du gluten par élimination mécanique de l'amidon, et en calculant la proportion d'albuminoïdes d'après la teneur en azote du gluten ainsi obtenu, on arrive à des résultats beaucoup plus faibles que ceux qui correspondent à la somme de la gliadine et de la glutenine; c'est que par les lavages on enlève des quantités indéterminées de gliadine. La détermination mécanique du gluten dans le blé donne donc des résultats tout à fait erronés.

Voici la méthode préconisée pour la détermination des diverses matières protéiques:

Azote total. — La méthode de Kjeldahl a toujours été employée avec succès.

Azote des substances autres que le gluten. — 5 grammes de matière sont placés dans une fiole jaugée de 250 centimètres cubes. On ajoute 15 centimètres cubes d'une solution de chlorure de sodium à 1 p. 100 et on agite, puis on remplit la fiole presque complètement avec la même solution; après une heure d'agitation, on complète le volume avec le liquide salé et on laisse reposer deux heures. On décante alors sur un bon filtre; le liquide passe d'abord trouble, mais en le remettant sur le même filtre on obtient une solution limpide.

L'azote est dosé dans 50 centimètres cubes de cet extrait; du chiffre obtenu on retranche 0.27 p. 100; chiffre qui correspond à la solubilité de la gliadine dans ces conditions.

Azote du gluten. — C'est la différence entre l'azote total et l'azote qui n'appartient pas au gluten. On peut aussi de l'azote total retrancher la somme de l'azote de l'édestine, de la leucosine et des amides.

Azote de l'édestine et de la leucosine. — A 50 centimètres cubes de l'extrait salé obtenu précédemment, on ajoute 250 centimètres cubes d'alcool à 94 p. 100; on mélange bien et on laisse reposer jusqu'au lendemain. Le précipité est recueilli sur un filtre, et son azote est dosé (on fait la correction nécessaire pour l'azote du filtre).

On peut séparer ces deux albuminoïdes en coagulant d'abord la leucosine à 60 degrés, puis en précipitant l'édestine par l'alcool comme cela a été indiqué. On dose l'azote dans chacun des précipités.

Azote des amides. — Dans 100 centimètres cubes de l'extrait salé on précipite toutes les matières protéiques par l'addition de 10 centimètres cubes d'acide phosphotungstique à 10 p. 100 dans l'eau distillée. On laisse reposer, on filtre et on dose l'azote dans le liquide clair. Pour cela on y verse 20 centimètres cubes d'acide sulfurique concentré et on chasse l'excès d'eau

par l'ébullition; on ajoute un peu de sulfate de potasse et on termine comme d'ordinaire; l'attaque est terminée en quelques minutes.

La différence entre l'azote total et le nombre ainsi trouvé donne l'azote de tous les albuminoïdes.

Dans le cas du son, et peut-être aussi de blé non mûr ou germé, il est bon de mettre un peu plus de solution d'acide phosphotungstique. Il est alors prudent de voir si le liquide filtré ne se trouble pas par l'addition d'une nouvelle quantité d'acide phosphotungstique.

Azote de la gliadine. — On commence par épuiser la matière par de l'alcool chaud. On chauffe au bain-marie 1 gramme de substance avec 100 centimètres cubes d'alcool à 75 p. 100; on maintient la température un peu au-dessous du point d'ébullition de l'alcool. On agite fréquemment pendant la première heure, puis après une heure de repos on décante le liquide chaud sur un filtre; au résidu on ajoute 25 centimètres cubes d'alcool chaud, on laisse dix minutes au bain-marie et on filtre. On répète six fois cette dernière opération.

On peut déterminer l'azote dans la partie insoluble après élimination de l'alcool, et retrancher le nombre de l'azote total; la différence représente l'azote de la gliadine et des amides. On peut aussi doser l'azote dans le liquide filtré débarrassé d'alcool, en retranchant du chiffre obtenu celui de l'azote amidé on a l'azote de la gliadine.

Azote de la glutenine. — On fait la différence entre l'azote du gluten et l'azote de la gliadine.

Matières protéiques. — La proportion des divers albuminoïdes est obtenue en multipliant le chiffre d'azote par 5.7, facteur considéré par Osborne et Voorhees comme plus voisin de la réalité que le nombre 6.25 employé habituellement.

Pour ces différentes opérations, le blé est moulu assez fin pour que les fragments d'endosperme puissent traverser un tamis à trous circulaires d'un demi-millimètre de diamètre; comme le son est en lamelles minces, il suffit qu'il traverse des ouvertures d'un demi-millimètre de diamètre.

On a dit fréquemment que le son ne renferme pas de gluten; des analyses de l'auteur montrent qu'il y a des proportions notables de gliadine et de glutenine. Une partie de cette gliadine provient de parcelles d'endosperme adhérentes au son; cependant, on trouve un peu de gliadine dans la poussière provenant du frottement des grains.

Les proportions des divers albuminoïdes dans les farines varient avec la qualité des produits obtenus dans une même minoterie. Lorsqu'on passe de la farine la plus fine au son, on voit la proportion d'amides, d'édestine, de leucosine et de glutenine augmenter, tandis qu'il y a diminution pour la gliadine.

Il y a là des renseignements qui pourront être utilisés avec fruit par les meuniers et les boulangers, pour la préparation de farines et de pain de bonne qualité, en mélangeant par exemple, des farines de blés d'été et de blés d'hiver qui ne présentent pas la même composition.

E. D.

Détermination de la cellulose, par M. Lebbin [1]. — L'auteur énumère une trentaine de méthodes proposées pour doser la cellulose, et décrit les essais personnels qu'il a entrepris en vue d'analyser des grains et des matières riches en hydrates de carbone. Il a opéré avec de nombreux réactifs, tels que l'eau, les alcalis, le bisulfite de sodium, la pepsine et l'acide chlorhydrique, l'eau oxygénée. C'est ce dernier corps qu'il adopte, en solution à 20 p. 100. L'eau oxygénée seule n'a que très peu d'action sur l'empois d'amidon, mais par addition d'ammoniaque le liquide s'éclaircit rapidement en dégageant de l'oxygène et de l'acide carbonique. La fécule de pomme de terre se dissout complètement, mais l'amidon de blé, de maïs, de riz laisse un faible résidu insoluble de tissu cellulaire. Dans le cas du blé, on trouve quelques poils de la surface des grains ; il y a là un moyen de distinguer l'amidon de blé de l'amidon de riz.

Du papier à filtre ainsi traité perd de 2.72 à 5.65 p. 100 de son poids ; un nouveau traitement enleva encore 1.46 p. 100. Du coton cardé a perdu 13.41 p. 100, un autre échantillon plus pur perdit 2.33. Pour de l'ouate de bois, la perte a été de 16.87.

On arrive donc à la conclusion que ce réactif n'attaque pas la cellulose et dissout les impuretés.

Le gluten commercial, la nucléine du son se dissolvent par le traitement à l'ammoniaque et à l'eau oxygénée. On admet que toutes les autres substances, graisses, acides organiques, alcaloïdes, tannins, matières colorantes sont éliminés par cette opération.

Voici comment on doit procéder :

3 à 5 grammes de matière finement pulvérisée sont additionnés de 100 centimètres cubes d'eau, et portés à l'ébullition pendant une demi-heure pour gélatiniser l'amidon. On ajoute 50 centimètres cubes d'eau oxygénée à 20 p. 100 et on fait bouillir vingt minutes, en versant 15 centimètres cubes d'ammoniaque à 5 p. 100, 1 centimètre cube seulement à la fois. On fait encore bouillir vingt minutes et on filtre le liquide chaud sur un filtre taré ; on lave à l'eau bouillante, on sèche et on pèse. Du poids obtenu ou déduit les cendres obtenues par incinération. Dans certains cas on fait un dosage d'azote et on soustrait le poids de matière albuminoïde correspondant.

Les nombres obtenus sont assez concordants : un son de seigle a donné 14.11 et 14.28 p. 100 ; un son de blé 19.83 et 19.80 ; le grain de blé donne 5.36 et 5.72. E. D.

1. *Arch. hyg.*, t. XXVIII (1897), n° 3, p. 213.

Le Gérant : G. Masson.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

EMPLOI

DE

LA MÉLASSE DANS L'ALIMENTATION DU BÉTAIL

PAR

D. DICKSON et **L. MALPEAUX**

Directeur. Professeur d'agriculture.

École pratique d'agriculture du Pas-de-Calais.

L'idée d'employer des mélasses de sucrerie comme aliment est loin d'être nouvelle, et, depuis longtemps déjà, elles sont utilisées dans la consommation de nos animaux domestiques. Il nous a donc paru nécessaire, avant d'exposer nos propres recherches, de résumer brièvement les travaux exécutés jusqu'ici, en vue de l'utilisation de ces produits dans la nourriture du bétail.

De nombreuses observations et particulièrement les remarquables travaux de Chauveau ont bien mis en relief la valeur alimentaire du sucre considéré comme la source la plus directement utilisée par l'animal à la production de la chaleur et de l'énergie musculaire. Dans les mélasses, il existe, en outre, des matières organiques et des sels qui favorisent la digestion et achèvent d'en faire un excellent condiment.

Dès 1829, Bernard, fabricant de sucre à Petitval, signalait les effets de la mélasse diluée à 20 degrés Baumé, mélangée à la paille hachée pour nourrir chevaux, bœufs, vaches et moutons. Voici comment il s'exprime dans le journal *le Cultivateur* de janvier 1830 : « Succès complet, les animaux mangent ce mélange avec avidité et le préfèrent au meilleur foin. La mélasse corrige l'action débilitante des nourritures trop aqueuses, telles que la pulpe. Aux chevaux, une demi-ration d'avoine suffit et même je pense qu'on pourrait supprimer entièrement l'avoine en augmentant la dose de mélasse. J'emploie 100 kilos de mélasse par jour pour 80 bêtes à cornes, 2,000 moutons, 20 chevaux, et regrette de ne pouvoir en produire davantage pour en avoir toute l'année. »

M. Decrombecque, à Lens (Pas-de-Calais), employait également la mélasse pour la nourriture des animaux. Les pailles et les foins, préalablement hachés, puis blutés afin d'en extraire les poussières, étaient mis dans des cuves et arrosés avec une dissolution formée de 5 litres de mélasse dans 100 litres d'eau. A ce mélange,

préparé vingt-quatre heures à l'avance, M. Decrombecque ajoutait des grains cuits et, grâce à cette nourriture, il parvenait à remettre en parfait état des chevaux chétifs et poussifs.

On a cité bien des fois l'exemple aujourd'hui classique de M. le marquis d'Havrincourt, dans le Pas-de-Calais, de M. Tétard de Gonesse, de M. Sarrazin de Mesbrecourt, qui employèrent la mélasse, dès 1860, à raison de 500 grammes par jour et par tête de gros bétail.

En Angleterre, dans le Leicestershire, les cultivateurs donnent la mélasse des colonies et des raffineries comme ration journalière à leurs bestiaux et s'en trouvent bien au point de vue de l'engraissement, et de l'entretien de la lactation. On la distribue à la dose de 500 grammes à 1 kilo, convenablement mélangée avec du foin, de la paille hachée, des racines et autres aliments. Un gentleman qui a donné à ses 80 vaches de la mélasse assure qu'il est porté à croire que le foin, si gâté qu'il soit, serait toujours mangé volontiers par le bétail si on avait le soin de le hacher et de l'arroser de mélasse. Il constate aussi que depuis qu'il s'en sert, ses vaches ont toujours été dans les meilleures conditions, qu'elles sont très friandes de la nourriture préparée comme il le fait et que le lait y gagne sensiblement comme qualité et comme quantité. Le sucre aurait le même effet, mais serait moins économique, car il ne contient que le double des matières saccharines contenues dans la mélasse et les prix du jour sont plus du double de ceux de la mélasse.

Comme on peut le voir, la mélasse est très employée en Angleterre; elle intervient généralement dans les rations des animaux d'engraissement qui figurent dans les concours.

M. Felz, ancien directeur de la sucrerie d'Orlowtz dans le gouvernement de Kieff, en Russie méridionale, substituait partiellement la mélasse aux tourteaux de graines oléagineuses pour la nourriture du bétail. Il arrosait la paille hachée ou le foin avec un sirop de mélasse étendu d'eau marquant 25 degrés Baumé. Ces substances mises en tas ne tardaient pas à s'échauffer, à fermenter, et constituaient alors une nourriture très digestive, chargée d'un arome très développé, excitant l'appétit. Les bœufs mangeaient avec avidité cette nourriture; ils consommaient ainsi de 1 à 2 et quelquefois 5 kilos de mélasse par jour; néanmoins, lorsque la quantité était trop forte ou quand la mélasse ren-

fermait beaucoup de sels de soude et de potasse, elle ne tardait pas à agir comme purgatif et à débiliter l'animal. Dans le parc aux bœufs, on tenait une auge toujours remplie de mélasse et les animaux allaient y manger à volonté. Ainsi alimentés, ils résistaient le plus généralement aux atteintes des maladies contagieuses.

En Allemagne, la mélasse est très employée dans la nourriture des animaux; grâce à la loi de l'Empire, de 1891, qui décharge de tous droits fiscaux la mélasse et le sucre employés à l'alimentation du bétail, les éleveurs allemands marchent résolument sur la trace des Anglais. Les sucreries d'outre Rhin y trouvent un nouveau débouché qui, joint aux primes d'exportation du sucre, les place dans une situation très favorisée par rapport à nos producteurs nationaux.

D'autres exemples nombreux pourraient être cités à côté de ceux-ci.

Toutefois, si l'emploi de la mélasse est plus répandu qu'on ne le pense en général, il faut se hâter d'ajouter que, bien rarement jusqu'ici, cet emploi a été raisonné; en général, on a combiné les rations un peu à l'aventure et l'effet n'en a jamais été bien précisé, tout au moins en France. Les animaux nourris à la mélasse s'entretiennent, d'aucuns prétendent qu'ils s'engraissent, mais on ne sait guère la mesure et le prix de revient de cet entretien et de cet engraissement.

Il était nécessaire, pour établir aux yeux des cultivateurs la valeur de la mélasse employée comme aliment, de soumettre la question à un examen attentif, essentiellement méthodique et permettant de traduire par des chiffres les résultats obtenus.

Déjà en Allemagne, où l'emploi de la mélasse dans l'alimentation du bétail est assez fréquent, des études de ce genre ont été entreprises.

Parmi ces études, la plus intéressante, à coup sûr, est celle que l'on doit à M. Voigt, vétérinaire supérieur du cercle de Breslau, qui a expérimenté sur 16 chevaux de la Compagnie des omnibus. Ces animaux n'ont pas cessé d'exécuter leur service ordinaire, qui était de parcourir au trot une distance de 25 à 30 kilomètres par jour. Avant le 2 août 1896, jour où a commencé l'expérience, chaque animal, outre 2 kilos de paille pour litière, recevait la ration journalière suivante : maïs : 9 kilos; foin : 4 kilos; paille

hachée : 4 kilos. Le premier jour d'expérience, on a substitué 500 grammes de mélasse à pareil poids de maïs. La même substitution progressive a été continuée de telle sorte que, le dixième jour, la ration ne contenait plus que 4 kilos de maïs, le surplus remplacé par 5 kilos de mélasse.

Au bout de quelques jours de ce nouveau régime, la diarrhée étant survenue chez certains animaux, on a ramené la ration de mélasse à 2 kil. 500 par tête et par jour, en augmentant le maïs d'autant; puis pour éviter la digestion tumultueuse, on a encore ajouté à la ration 1 kilo de paille hachée. Les chevaux soumis à ce régime sucré se sont montrés très friands de leur fourrage mélangé de mélasse, à tel point qu'ils dédaignaient les aliments qui n'en contenaient pas. Au bout de la première semaine, bon nombre de chevaux avaient augmenté de poids; certains pesaient déjà 30 kilos de plus que le premier jour. Aucun n'avait diminué. L'état général des chevaux ainsi alimentés s'était notablement amélioré : leur œil était devenu plus vif, leur poil plus brillant et leur ardeur au travail augmentée.

Devant des résultats aussi favorables, la Compagnie des omnibus de Breslau s'est décidée à mettre à ce même régime la totalité des 850 chevaux de sa cavalerie. Elle s'en est si bien trouvée que l'épreuve dure encore et que la Compagnie réalise ainsi une économie de 30 à 50 p. 100 sur la nourriture : grains.

Afin de rendre la mélasse plus maniable, si nous pouvons nous exprimer ainsi, on s'occupe depuis des années en Allemagne de l'importante question de mélanger et d'utiliser ce produit de façon à former un fourrage économique, un aliment de conserve qu'on peut transporter au dehors du rayon de production ordinairement très restreint. Pour atteindre ce but, deux agronomes allemands, MM. Schwartz et Wagner, ont proposé de mélanger la mélasse à de la poussière de tourbe; celle-ci, en effet, agit chimiquement et physiquement sur la mélasse de façon à en faire disparaître les inconvénients. D'abord, l'acide humique et le tannin de la tourbe neutralisent les sels alcalins de la mélasse au point de les rendre inoffensifs; ensuite, grâce à son pouvoir absorbant, qui permet de mélanger 20 de ses parties à 80 parties de mélasse, on obtient un produit contenant 40 p. 100 de sucre et réunissant en même temps toutes les propriétés requises de maniement, de transport et de conservation.

De nombreux éleveurs ont expérimenté en Allemagne la farine de mélasse et de tourbe dans la ration de tous les animaux de la ferme. Les vaches, bœufs, chevaux, moutons et les porcs mêmes la consomment volontiers et s'en trouvent bien. Des expériences ont été instituées par M. le professeur Albert, de la ferme de Lauchstadt, annexe de la station agronomique de Halle, en vue de comparer les deux modes d'introduction de la mélasse dans la ration (mélasse verte et mélasse ajoutée aux aliments solides). Cet expérimentateur résume comme suit les conclusions de ses recherches :

1° L'alimentation à la mélasse des agneaux à l'engrais est une pratique rationnelle.

2° La valeur nutritive de la mélasse verte s'est montrée un peu inférieure à celle de la mélasse associée au fourrage.

3° La valeur nutritive de la mélasse est la même, que celle-ci soit associée au son ou à la tourbe. Au prix actuel des deux fourrages, la ration de tourbe mélassée est un peu plus économique.

Il y a tout lieu de croire que l'application de la mélasse à la nourriture du bétail, qui prend chez nos voisins une extension de plus en plus grande, se développera en France le jour où la mélasse sera affranchie de l'impôt qui la frappe. L'intérêt que présente cette application n'a pas besoin d'être démontré; elle servira à créer un nouveau débouché susceptible de conjurer, tout au moins en partie, l'abaissement progressif des prix du sucre et de la betterave. La crise sucrière est, en effet, arrivée à un degré d'acuité très inquiétant qui préoccupe à juste titre nos savants et agronomes. Voici ce que dit à ce sujet M. Dehérain dans son bel ouvrage sur « les plantes de grande culture[1] ». Il y a en ce moment un écart considérable entre la production et la consommation; la quantité de sucre produite dans le monde dépasse de 1 million de tonnes celle qui est consommée, et le stock qui s'accumule d'année en année dans les magasins pèse sur les cours et les écrase. La baisse est formidable. Tous les grands producteurs de sucre sont exportateurs; ils se disputent les marchés et notamment le plus important de tous, celui de la grande Bretagne. Le sucre de betterave y rencontre celui qui est extrait des cannes; ils sont offerts l'un et l'autre; leur abondance amène l'avilissement

1. P.-P. Dehérain. *Les Plantes de grande culture*, 1897.

des prix; ceux-ci se nivellent partout. En France, nous avons ressenti le contre-coup de cet encombrement du marché; en 1880, le sucre de bonne sorte valait 60 francs les 100 kilos, impôt non compris; en 1883-1884 il abandonnait le cours de 50 francs; en 1889-1890 celui de 40 francs, et aujourd'hui il est tombé au-dessous de 30 francs. Les bonnes sortes ont valu en moyenne 28 fr. 60 pendant l'année 1895; 25 fr. 75 au mois de novembre 1896 et 25 fr. 50 en février 1897.

La situation est donc très difficile. L'exportation devient une nécessité et tous les états producteurs la favorisent. Récemment l'Allemagne a établi une prime de sortie qui aurait mis nos sucres dans un état d'infériorité manifeste si notre Parlement n'avait accordé à nos exportateurs une prime analogue. Ce n'est là toutefois qu'un palliatif, car on ne saurait continuer longtemps à faire payer au contribuable français, une marchandise destinée à la consommation étrangère.

Pour parer à la crise sucrière, les producteurs de sucre français ont provoqué un mouvement d'opinion pour que, à l'instar de ce qui se passe en Angleterre et en Allemagne, le sucre et la mélasse employés à l'alimentation du bétail soient exonérés de tous droits après dénaturation en présence de l'administration, par des procédés agréés par elle. De ce côté, de même que dans l'usage industriel de l'alcool de betteraves, nos sucriers espèrent trouver un débouché important à la surproduction nationale. Un grand nombre d'assemblées départementales et de Sociétés agricoles ont exprimé des vœux qui ont eu leur répercussion au Parlement. Satisfaction a été donnée en ce qui concerne la mélasse et une disposition législative récente a accordé aux mélasses destinées à l'alimentation du bétail la décharge de 14 p. 100 au compte des fabricants comme lorsqu'elles sont dirigées sur une distillerie ou à l'exportation. Dans quelle mesure ce dégrèvement pourra-t-il profiter aux fabricants de sucre, en leur créant un nouveau débouché, et aux agriculteurs en mettant à leur disposition un nouvel aliment? C'est ce que nous avons voulu connaître; mais pour cela il nous fallait déterminer la valeur nutritive de la mélasse, la connaissance de cette valeur pouvant seule permettre de renseigner le cultivateur sur les avantages qui devraient résulter au point de vue économique de l'introduction de ce produit dans l'alimentation du bétail. Pour résoudre cette importante

question, nous n'avons pas hésité à instituer sur les animaux de la ferme annexée à l'École d'agriculture du Pas-de-Calais une série d'expériences dont nous donnerons plus loin le détail.

Nous nous sommes proposé de déterminer :

1° L'influence de la mélasse ajoutée aux aliments solides des moutons, des porcs et des génisses;

2° Les effets d'une alimentation à la mélasse sur la production du lait et sa composition;

3° L'influence de la mélasse dans l'alimentation du cheval, en remplacement d'une certaine quantité d'avoine ;

4° A côté des questions précédentes, s'en plaçait une autre non moins intéressante quant à son application : il s'agissait de savoir si la mélasse pourrait servir à une meilleure utilisation de fourrages avariés, de qualité inférieure, utilisation très avantageuse dans les années de disette fourragère. On verra plus loin les résultats que nous avons obtenus.

PREMIÈRE PARTIE

APPLICATION DE LA MÉLASSE A L'ALIMENTATION DES MOUTONS, DES PORCS ET DES GÉNISSES

Deux modes différents se présentaient pour l'utilisation de la mélasse; aux animaux que nous allions soumettre à ce régime, nous pouvions donner le produit : soit à l'état vert, c'est-à-dire tel qu'il sort des appareils centrifuges des sucreries, après avoir été dilué dans les boissons, soit mélangé aux divers fourrages composant la ration. Nous avons préféré employer ce dernier procédé, qui rend plus facile et plus commode la distribution de l'aliment au bétail. L'emploi de la mélasse verte est, en effet, difficile en raison de sa viscosité.

Au point de vue de la composition chimique, la mélasse employée dans nos essais d'alimentation a donné les résultats suivants :

Sucre cristalisable.	46.00	p. 100.
Glucose.	0.00	—
Cendres.	9.45	—
Matières azotées.	11.56	—
Eau.	26.80	—
Autres matières organiques.. . .	6.19	—
Total. . .	100 00	

Quotient salin.	4.87
Quotient de pureté	62.84
Azote total correspondant . . .	1.85 dont 0.20 à l'état nitrique.

Il est bien entendu que ces résultats ne peuvent s'appliquer d'une manière absolue à toutes les mélasses; la teneur en sucre et en matières azotées ne peut manquer de varier avec la provenance de ces résidus.

Expériences sur l'alimentation des moutons.

Quand il s'agit de savoir si l'on peut modifier avec profit une certaine ration, le problème peut se présenter de façons différentes. On se demande, par exemple, si, en ajoutant à une ration donnée un certain aliment, l'excédent des produits obtenus sous l'action de cette nourriture plus intensive compensera, et au delà, le sacrifice consenti. On peut aussi rechercher s'il est avantageux de remplacer dans la ration un aliment par un autre.

Nous avons employé dans nos recherches sur les moutons ces deux modes d'alimentation. D'une part, nous avons ajouté à la ration des bêtes à l'engrais 0 kil. 400 de mélasse par tête et par jour, et d'autre part, nous avons remplacé dans la ration une certaine quantité de tourteau de coton par de la mélasse, et cette substitution a été faite de manière à conserver à l'alimentation le même prix de revient. Mais pour être sûrs que les effets observés après adjonction de la mélasse à la ration, ou après substitution au tourteau, étaient bien la conséquence du changement de régime, nous avons opéré simultanément et d'une façon comparative sur des lots de moutons équivalents. L'expérimentation est, en effet, toujours chose délicate, et il importe extrêmement d'éliminer les causes d'erreur dépendantes des influences individuelles impossibles à préjuger. Pour cela, il faut faire permuter les deux groupes d'animaux sur lesquels on opère comparativement. En opérant ainsi, il se pouvait que les seconds résultats fussent différents des premiers; mais l'on comprend bien que nous n'avons considéré nos résultats comme valables qu'autant qu'ils se sont montrés semblables dans les deux périodes d'expérimentation. La mélasse a été distribuée aux moutons, en mélange avec de la pulpe de sucrerie à laquelle nous avons toujours ajouté de la menue paille. Dans ce mélange pré-

paré vingt-quatre heures à l'avance, il se déclarait dans la nourriture ainsi préparée une légère fermentation qui lui donnait une odeur et une saveur plutôt agréables. Les animaux ne firent aucune difficulté pour accepter cet aliment auquel ils avaient été habitués par des recherches préliminaires; ils s'en montraient même friands à ce point qu'à la fin de l'expérience ils délaissaient la pulpe ordinaire.

Emploi de la mélasse comme supplément de ration. — Pour cette première série de nos recherches, nous avons réparti douze moutons, provenant d'un croisement de mères boulonnaises avec des reproducteurs Lincoln, en deux lots équivalents de six bêtes chacun et constitués de la manière suivante :

Pesée du 30 octobre 1897.

1er LOT		2e LOT	
Nos	Poids.	Nos	Poids.
	kil. gr.		kil. gr.
49.	55 »	40.	33 200
50.	37 700	42.	48 200
53.	45 600	45.	40 600
54.	35 200	57.	53 600
55.	42 600	61.	35 »
58.	37 900	64.	36 200
Totaux.	254 »	Totaux.	246 800

Ces deux lots, isolés du reste du troupeau, furent placés dans deux stalles séparées et reçurent journellement une ration composée de la façon suivante :

	kil. gr.
Pulpe.	4 500
Tourteau de coton. . . .	0 700

Le premier lot reçut en plus 0 kil. 300 de mélasse par tête.

Les animaux ont conservé un excellent appétit du commencement à la fin de l'expérience; les grandes fonctions s'exécutèrent normalement. Toutefois les déjections solides se ramollirent pendant quelques jours, mais sans devenir liquides. En somme, l'état général des animaux est resté satisfaisant.

Les deux lots furent soumis à ce régime pendant une période de vingt jours à la fin de laquelle ils furent pesés à jeun, dans la matinée du 18 novembre. Sans noter ici les pesées individuelles,

nous indiquerons pour chaque lot les pesées initiales et finales, ainsi que les augmentations de poids vif auxquelles elles correspondent :

	POIDS Initial.	POIDS Final.	Augmentation.
	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.
1er lot : Avec mélasse.	254 »	276 900	22 900
2e lot : Sans mélasse.	246 800	263 100	16 300

Ainsi, on constate que le premier lot, qui recevait de la mélasse dans sa ration, accusait après cette première période une augmentation de 22 kil. 900 et que le gain réalisé par le deuxième lot sans mélasse était de 16 kil. 300, soit en faveur du premier 6 kil. 600 de différence. Cette différence ne pouvait être vraisemblablement due qu'à l'emploi de la mélasse ; toutefois, pour plus de certitude, et afin d'éliminer l'aptitude individuelle, nous avons fait permuter les deux lots en donnant, à partir du 18 novembre, de la mélasse à celui qui primitivement recevait la ration ordinaire. Pour habituer les animaux au changement de régime, une période préparatoire nous parut indispensable; les moutons qui reçurent la pulpe en mélange avec la mélasse ne firent aucune difficulté pour l'accepter; mais il n'en fut pas de même pour les autres qui, pendant les premiers jours, gaspillaient la nourriture qui leur était distribuée. La période d'expérience ne commença que le 21 novembre, pour se continuer jusqu'au 10 décembre, dans des conditions identiques à celles de la première. Les résultats auxquels nous avons abouti dans cette deuxième période peuvent être résumés par les chiffres suivants :

	POIDS Initial.	POIDS Final.	Augmentation.
	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.
1er lot : Sans mélasse.	276 300	291 500	15 200
2e lot : Avec mélasse.	205 400	286 500	21 100

Ici encore les résultats sont favorables à l'emploi de la mélasse ; l'augmentation de poids vif est de 15 kil. 200 pour le premier lot, de 21,100 pour le deuxième lot, soit une différence de 5 kil. 900 en faveur de ce dernier.

Si nous réunissons les résultats fournis par les deux périodes d'alimentation nous voyons que les rations avec mélasse ont fait gagner, en quarante jours :

Pendant la première période. . . .	22 900 — 16 300 =	6 600
Pendant la deuxième période. . . .	21 100 — 15 200 =	5 900
	Différence totale.	12 500

Appliqués individuellement à chacun des animaux composant les deux lots, les résultats de l'expérience se traduisent par les chiffres moyens suivants :

Première période.

	AUGMENTATION	
	Totale.	Journalière.
1er lot : Avec mélasse. . . .	3 816	0 190
2e lot : Sans mélasse. . . .	2 116	0 135
Deuxième période.		
1er lot : Sans mélasse. . . .	2 533	0 126
2e lot : Avec mélasse.	3 516	0 175

L'augmentation journalière est restée comprise entre 0 kil. 175 et 0 kil. 190 pour les moutons nourris à la mélasse, entre 0 kil. 126 et 0 kil. 135 pour les autres, soit une différence de 49 à 55 grammes par jour et par tête en faveur de la mélasse.

Ces chiffres se passent de commentaires. La mélasse a fait acquérir à la ration une plus grande digestibilité. Contrairement à l'opinion généralement admise, il faut croire que le sucre joue un rôle assez considérable dans la formation de la graisse.

Les résultats que nous avons obtenus, d'autre part, en remplaçant une certaine quantité de tourteau par de la mélasse, en fournissent un nouveau témoignage.

Emploi de la mélasse substituée au tourteau. — Dans une seconde série de recherches poursuivies sur deux lots de moutons choisis dans les mêmes conditions que précédemment, nous avons remplacé une certaine quantité de tourteau (350 grammes) par 400 grammes de mélasse, tous les autres aliments restant identiques, de manière à composer une ration ayant le même prix de revient.

Le 30 octobre, après une période préparatoire, les animaux furent pesés individuellement et accusèrent les poids suivants dans chaque lot :

1er LOT		2e LOT	
Nos	Poids.	Nos	Poids.
	kil. gr.		kil. gr.
19.	53 »	15.	45 100
26.	40 500	24.	43 »
27.	48 600	33.	54 200
31.	49 600	35.	48 200
36.	46 500	37.	45 400
43.	44 »	68.	52 »
Totaux.	282 200	Totaux.	287 900

Les sujets furent soumis à ce régime pendant une période de 20 jours à la fin de laquelle, pour éliminer les influences individuelles, qui, dans notre cas particulier, auraient pu masquer les résultats cherchés, nous avons fait permuter les deux lots en donnant de la mélasse à celui qui primitivement recevait la ration entière de tourteau et réciproquement. Il fallut là encore une nouvelle période de préparation pour habituer les animaux au changement de ration. La distribution des aliments avait lieu trois fois par jour : à 6 heures du matin, à 11 heures, à 5 heures du soir; la pulpe était placée dans la crèche aménagée spécialement dans chaque stalle, puis aussitôt le mélange consommé, la ration de tourteau lui succédait.

La marche suivie pour la constatation des résultats fournis par les deux modes d'alimentation mis en comparaison, est identique à celle qui avait été adoptée pour la première série de recherches. Le tableau ci-dessous résume l'ensemble des résultats obtenus par le passage à la bascule des animaux en expérience :

	Poids initial.	Poids final.	Augmentation.
1re *période* (30 *octobre au* 18 *novembre*).			
1er lot (Ration de tourteau avec mélasse).	282 200	300 400	18 200
2e lot (Ration complète de tourteau). .	287 900	304 800	17 100
2e *période* (21 *novembre au* 10 *décembre*).			
1er lot (Ration complète de tourteau) . .	301 700	317 800	16 100
2e lot (Tourteau avec mélasse).	306 »	324 400	18 400

Ces résultats sont fort intéressants ; ils montrent tous les avan-

tages qu'on peut retirer de l'emploi de la mélasse dans l'engraissement du bétail. Si nous réunissons l'ensemble des résultats obtenus dans les deux périodes d'alimentation, nous voyons que les rations modifiées ont fait gagner, en quarante jours, aux moutons qui les consommaient :

	kil. gr.		kil. gr.		kil. gr.
Pendant la première période. . . .	18 200	—	17 100	=	1 100
Pendant la deuxème période. . . .	18 400	—	16 100	=	2 300
Différence totale					3 400

Rapportés au poids initial des animaux dont chaque lot est composé, ces résultats se traduisent par les chiffres suivants :

		AUGMENTATION	
		Totale.	Journalière.
		kil. gr.	kil. gr.
1re périodé.	1er lot.	3 033	0 151
	2e lot.	2 850	0 142
2e période.	1er lot.	2 683	0 134
	2e lot.	4 066	0 153

L'importance de ces résultats ne saurait échapper et le rôle joué par la mélasse dans l'engraissement devient tout à fait saisissant. Il peut être intéressant, au point de vue scientifique, de rechercher à l'expliquer par l'action de la mélasse sur la pulpe. Ce mélange, préparé à l'avance, subit des modifications profondes ; la fermentation qui se déclare dans la masse exerce sur les principes immédiats une action favorable qui en augmente la digestibilité ; il n'est pas étonnant, dès lors, que l'animal assimile plus facilement la pulpe mélassée que la pulpe ordinaire. Employée avec discernement, la mélasse est donc un aliment qui peut remplacer les tourteaux, du moins en partie, dans l'engraissement des moutons.

Expériences sur les porcs.

C'est en opérant sur quatre bêtes appartenant à la race Yorckshire choisies avec soin dans la porcherie de Berthonval, que nous avons cherché à préciser pour les porcs la valeur de l'alimentation à la mélasse. La mesure comparative des résultats fournis par l'addition de ce produit à la ration ordinaire nous a permis de fixer cette valeur. C'est en associant la mélasse aux pommes de

terre cuites et écrasées que nous avons cherché à faciliter l'absorption de cet aliment. La quantité de mélasse distribuée aux porcs a été plus grande proportionnellement à leur poids vif que pour les moutons ; elle a aussi, comme nous le verrons bientôt, déterminé une augmentation de poids relativement plus considérable.

Des deux lots formés, le premier a été nourri du 18 janvier au 26 février 1898, c'est-à-dire pendant quarante jours, non compris la période préparatoire, avec la ration suivante, qui est restée invariable pendant toute la durée de l'expérience :

Pommes de terre cuites	5 kilos.
Mouture de seigle et féveroles . . .	2 —
Eaux grasses	10 —
Mélasse.	0 400

Le poids de ce lot était, au début, de :

N° 1.	34 k. 800
N° 2.	30 k. »

Pour le deuxième lot destiné à servir de terme de comparaison pendant la première période, la ration a été composée de la même façon, mais sans la mélasse.

Le poids de ce lot était, au début :

N° 3.	25 k. 5
N° 4.	31 k. 5

Les porcs mis en expérience provenaient tous de la même mère et étaient nés le 8 octobre 1897.

La totalité des rations a été régulièrement absorbée. Les animaux ont toujours manifesté une réelle avidité pour l'alimentation à la mélasse ; ils étaient d'ailleurs préparés à cette nourriture par des recherches préliminaires. Avant chaque distribution, c'est-à-dire le matin à 7 heures, à midi et le soir à 6 heures, les auges étaient débarrassées des débris qu'elles pouvaient contenir; mais très souvent après le repas elles étaient littéralement nettoyées à fond par ces animaux, tant était grande leur gourmandise pour cet aliment sucré. La marche suivie pour la constatation des résultats a été identique à celle qui avait été adoptée pour les moutons. Les deux lots étaient placés dans deux stalles séparées et soumis

aux mêmes conditions d'entretien. De huit jours en huit jours chaque lot était pesé à la bascule, le matin à la même heure et toujours à jeun. Le tableau ci-dessous résume l'ensemble complet des résultats obtenus pendant la première période :

		Poids initial.	Poids final.	Augmentation.
		kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.
1er lot avec mélasse.	N° 1. . .	34 800	63 200	28 400
	N° 2. . .	30 000	57 300	27 300
2e lot sans mélasse.	N° 3. . .	25 500	49 300	23 800
	N° 4. . .	31 500	56 100	24 600

Comme on le voit par les chiffres ci-dessus, les animaux ayant reçu la ration ordinaire ont accusé une augmentation totale de 23 kil. 800 + 24 kil. 600 = 48 kil. 400 sur la pesée précédente; pendant le même temps, les animaux du premier lot dans la ration desquels entrait la mélasse, augmentaient de 28 kil. 400 + 27 kil. 300 = 55 kil. 700, soit en leur faveur un gain de 7 kil. 300. Après cette première période, nous avons fait subir aux lots une permutation, de telle sorte que, du 26 février au 7 avril 1898, le premier lot a reçu la ration ordinaire et le deuxième la ration modifiée avec mélasse. A la fin de cette deuxième période, les pesées faites comme précédemment donnaient les résultats ci-après :

		Poids initial.	Poids final.	Augmentation.
		kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.
1er lot sans mélasse.	N° 1. . .	63 200	98 800	33 600
	N° 2. . .	57 300	90 100	32 800
2e lot avec mélasse.	N° 3. . .	48 300	85 300	37 000
	N° 4. . .	56 100	92 300	36 200

Les résultats obtenus dans cette dernière période sont fort intéressants car ils concordent avec ceux que nous avons constatés dans la première. Ici encore, le lot nourri à la mélasse a accusé une augmentation de 37 kilos + 36 kil. 200 = 73 kil. 200, supérieure de 6 kil. 800 à celle du premier lot dont l'augmentation, bien que très élevée, n'a été que de 33 kil. 600 + 32 kil. 800 = 66 kil. 400.

Si, dans le but de rendre les résultats plus frappants, nous calculons l'augmentation journalière, nous avons pour l'ensemble des expériences et pour chaque individu :

	DÉSIGNATION		AUGMENTATION Totale.	AUGMENTATION Journalière.
			kil. gr.	kil. gr.
1re période.	1er lot avec mélasse.	1. .	28 400	0 710
		2. .	27 300	0 682
	2e lot sans mélasse.	3. .	23 800	0 595
		4. .	24 600	0 615
2e période.	1er lot sans mélasse.	1. .	33 600	0 840
		2. .	32 800	0 820
	2e lot avec mélasse.	3. .	37 000	0 925
		3. .	36 200	0 905

Des chiffres qui précèdent, il résulte que les porcs sont, plus encore que les moutons, aptes à profiter d'une alimentation à la mélasse et qu'ils peuvent réaliser en peu de temps des augmentations de poids vif considérables.

Ces résultats s'expliquent facilement par la nature même du porc qui paraît posséder, ainsi que cela résulte d'expériences nombreuses, un pouvoir de digestion tout particulier pour les hydrates de carbone.

Expériences sur les génisses.

C'est sur des génisses flamandes de vingt-deux à vingt-quatre mois que nous avons entrepris nos expériences du 14 décembre 1897 au 26 janvier 1898, soit pendant une durée de quarante jours. Ces génisses, choisies de façon à présenter les mêmes aptitudes, furent réparties en deux lots et pesées le 14 décembre, le matin à jeun, après une période préparatoire. Nous indiquons ci-après les résultats de cette pesée.

1er lot.	No 1.	250 kilos.
	No 2.	260 —
2e lot.	No 3.	259 —
	No 4.	226 —

A cette époque, les animaux nourris en stabulation permanente recevaient une ration moyenne de :

2 k. 500 de foin de trèfle.
2 k. 500 de paille d'avoine.
16 k. » betteraves divisées en cossettes.
0 k. 800 de tourteau.

Le premier lot reçut en outre 0 kil. 700 de mélasse en mélange

avec les cossettes de betteraves. La mélasse, diluée dans une certaine quantité d'eau, était ajoutée à la betterave par un brassage énergique, vingt-quatre heures avant la distribution. Les génisses ne firent aucune difficulté pour accepter ce mélange; toutes étaient douées d'un très grand appétit, et nous n'eûmes jamais à constater de déchets. Les mangeoires étaient maintenues constamment propres, et, avant chaque repas, le vacher les nettoyait convenablement.

Comme pour les porcs et les moutons, nous avons éliminé les causes d'erreur dépendantes des influences individuelles, en faisant permuter les deux groupes sur lesquels nous opérions comparativement.

Le tableau ci-dessous résume l'ensemble des résultats obtenus dans chaque période et pour chaque lot par le passage des animaux à la bascule.

DÉSIGNATION		POIDS Initial.	POIDS Final.	AUGMENTATION Totale.	AUGMENTATION Journalière.
Première période: du 14 décembre 1897 au 3 janvier 1898.					
		kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.
1er lot avec mélasse.	N° 1.	250 »	266 500	16 500	0 825
	N° 2.	260 »	279 000	19 000	0 950
2e lot sans mélasse.	N° 3.	259 »	272 500	13 500	0 675
	N° 4.	226 »	240 000	14 000	0 700
Deuxième période : du 5 janvier au 25 janvier 1898.					
1er lot sans mélasse.	N° 1.	267 200	281 500	14 300	0 715
	N° 2.	280 000	289 400	9 400	»
2e lot avec mélasse.	N° 3.	273 400	291 700	18 300	0 915
	N° 4.	241 000	259 000	18 000	0 900

Comme le montrent les chiffres inscrits au tableau précédent, l'augmentation de poids vif pendant la première période d'observation a été plus grande pour le lot nourri à la mélasse ; il y a en sa faveur une différence de (16,500 + 19) — (13,500 + 14) = 8 kilos. Nous laissons de côté les résultats fournis par le n° 2 pendant la deuxième période; le chiffre indiqué est trop faible, par suite de maladie les pesées sont entachées d'inexactitude. Quoi qu'il en soit, l'importance des résultats ne saurait échapper à personne. Déjà pour les moutons, l'alimentation à la mélasse avait accusé une certaine supériorité sur l'alimentation ordinaire; cette supériorité est devenue importante pour les porcs,

elle est encore très sensible pour les génisses. Le succès est donc complet au point de vue de l'augmentation de poids vif. Toutefois, cette augmentation ne suffit pas pour apprécier la valeur de la mélasse; il faut encore, et surtout, examiner le prix auquel ces résultats ont été obtenus.

Nous allons étudier cette question et nous espérons pouvoir en tirer des conclusions aussi utiles qu'intéressantes par leur importance pratique.

Prix de revient des viandes de mouton, de porc et de génisse fournies par l'alimentation de ces animaux à la mélasse

Sans prétendre fournir à ce propos des données rigoureusement exactes, nous avons tenu cependant dans ce mémoire à présenter au moins un aperçu des dépenses et des recettes. Pour cela, nous avons dû mettre en regard, d'un côté, la valeur de la viande obtenue en supplément grâce à l'alimentation par la mélasse, de l'autre, les frais que cette alimentation a occasionnés. C'était là une entreprise assez téméraire, mais nous déclarons franchement que notre tentative ne peut aboutir qu'à un aperçu et non à une réalité.

En ce qui concerne les moutons et les porcs, nous avons établi le prix de la viande sur pied, d'après les résultats fournis par la vente des animaux faite quelques jours après l'expérimentation. Pour les génisses, nous avons fixé ce prix d'une manière approximative, d'après les conditions commerciales normales. La mélasse nous a été livrée au prix de 25 francs les 100 kilos, mais nous ne saurions prendre ce prix comme base de nos calculs, car nous devons supposer que la mélasse est dénaturée et que, par conséquent, elle profite de la disposition législative qui est venue récemment exonérer de tout impôt les mélasses utilisées dans l'alimentation du bétail. Dans ces conditions, le prix de revient s'abaisse à 11 francs les 100 kilos.

Aux dépenses calculées d'après les chiffres qui viennent d'être indiqués, il conviendrait d'ajouter, pour établir un prix de revient exact, les frais de manipulations; mais dans les conditions où nos opérations ont été conduites, nous ne saurions donner à ce propos que des chiffres fantaisistes, et nous préférons laisser aux personnes compétentes le soin de prélever ces frais sur les chiffres de bénéfice net correspondant à l'alimentation à la mélasse.

Cela posé, nous établirons d'abord le compte des moutons. La quantité de mélasse consommée par les six moutons qui composaient le lot nourri à la mélasse s'est élevée pendant quarante jours, a raison de 0 kil. 300 par tête et par jour, à 72 kilos. L'augmentation de poids vif résultant de l'emploi de la mélasse a atteint le chiffre de 12 kil. 500. Avec ces données, et sachant que les moutons ont été vendus à raison de 0 fr. 90 le kilo vivant, nous pouvons établir le compte financier comme suit :

Produits : 12 kil. 500 de viande vendue à 0 fr. 90 =	11 fr. 25
Dépenses : 72 kilos de mélasse. à . . . 0 fr. 11 =	7 fr. 92
Différence.	3 fr. 33

Les comptes qui précèdent n'ont pas, nous le répétons, la prétention d'être rigoureux, mais tels qu'ils sont, cependant, ils donnent un aperçu assez exact des résultats économiques auxquels a conduit l'alimentation à la mélasse. Ces résultats peuvent se résumer en disant que l'opération sur les moutons se solde par un bénéfice de 3 francs pour une période de quarante jours et pour une dépense de 8 francs environ, c'est-à-dire 38 p. 100 de la dépense engagée; mais il ne faut pas oublier que nous avons intentionnellement négligé d'inscrire les frais de manipulation et les frais de transport, parce que, en général, on n'en tient pas compte dans une ferme.

Ainsi se trouve nettement établie la valeur économique de l'intervention de la mélasse dans l'alimentation des moutons à l'engrais. C'est à une conclusion tout analogue que conduit le rapprochement des dépenses faites pour les porcs et des produits que ces animaux ont fournis. Le compte financier pour ces animaux s'établit de la manière suivante :

Produits : 14 kil. 100 de viande à 1 fr. le kilo. . =	14 fr. 10
Dépenses : 70 kilos de mélasse à. . . . 0 fr. 11 =	7 fr. 70
Bénéfice total.	6 fr. 40
Bénéfice par tête	3 fr. 20

L'emploi de la mélasse à l'alimentation des porcs s'est soldé par un bénéfice de 3 fr. 20 par tête pour une durée de quatre-vingts jours. C'est là un résultat qui rarement est dépassé dans la pratique de l'engraissement et qui correspond à la production des sujets parfaits.

Pour les génisses, nous prendrons le prix de la viande sur pied d'après les dernières mercuriales: vaches, 0 fr. 60 le kilo sur le marché d'Arras. Cela posé, nous établirons comme suit les résultats financiers de l'opération.

Produits[1] : 8 kilos à 0 fr. 60 le kilo	=	4 fr. 80
Dépenses : 28 kilos de mélasse à 0 fr. 11	=	3 fr. 08
Bénéfice		1 fr. 72

L'excellence des effets produits par l'intervention de la mélasse dans l'alimentation des animaux domestiques résulte des faits qui viennent d'être exposés, avec une netteté telle qu'il serait inutile d'y insister davantage. Dans la mélasse de sucrerie, il convient de voir dorénavant un aliment normal fournissant économiquement des résultats remarquables au point de vue de la production de la viande.

DEUXIÈME PARTIE

RECHERCHE DE L'INFLUENCE DE LA MÉLASSE SUR LA PRODUCTION DU LAIT

Nous nous sommes proposés, dans cette deuxième partie de nos expériences, de rechercher l'influence particulière que peut exercer la mélasse sur la production du lait et sa composition. A cet effet, nous avons choisi, parmi les vaches laitières de l'Ecole, quatre vaches appartenant à la race flamande; ces vaches, divisées en deux lots, furent nourries alternativement, avec une ration contenant ou non de la mélasse pendant une période de cinquante jours : les essais commencés le 22 mars 1898 se continuèrent jusqu'au 10 mai dans les mêmes conditions que celles que nous avions adoptées précédemment. Pour l'appréciation des effets de l'alimentation à la mélasse, nous suivions l'état général des vaches d'expérience, les variations de leur poids vif et celles de leur production quantitative et qualitative en lait.

Nos deux lots de vaches laitières se présentaient dans les conditions suivantes au moment de l'expérience :

1. Nous ne tiendrons compte que des produits obtenus dans la 1re période d'expérience, ceux de la seconde étant entachés d'inexactitude.

	Désignation.	Poids.	Age.	Epoque du dernier vêlage.
	—	—	—	—
		kil.	ans.	
1er lot.	Escura.	542	4	5 janvier 1898.
	Nina.	520	4	3 février 1898.
2e lot.	Yo.	530	7	2 mars 1898.
	Frise	567	6	21 février 1898.

Le lait mesuré et analysé pendant les trois jours qui précédèrent le début de l'expérience, a fourni les résultats ci-après :

DÉSIGNATION		PRODUCTION du lait.	COMPOSITION		
			Beurre par litre.	Lactose.	Densité.
—		—	—	—	—
		lit.	gr.	gr.	
1er lot.	Escura . .	13 »	33 20	56 04	1,0330
	Nina . . .	13 25	34 19	52 35	1,0310
2e lot.	Yo	17 »	45 »	55.13	1,0332
	Frise. . .	17 »	28.90	54.50	1,0325

Au moment où nous avons pris les vaches pour les mettre en expérience elles recevaient la ration moyenne suivante par jour :

	kil. gr.
Foin de trèfle.	2 500
Paille d'avoine	5 000
Pulpe de betterave	50 000
Tourteau de coton.	2 000

Le premier lot reçut, en outre, pendant la première période, de la mélasse à raison de 1 kilo par tête et par jour. Cette mélasse, diluée dans deux fois son poids d'eau servait à arroser la pulpe de manière à former un mélange intime dans lequel se déclarait une légère fermentation très favorable à son utilisation ultérieure par le bétail. Le mélange, préparé avec le plus grand soin vingt-quatre heures à l'avance et au fur et à mesure des besoins, fut distribué aux vaches laitières en trois fois : le matin à 7 heures, à midi, et le soir à 6 heures. Les animaux ne firent aucune difficulté pour ingérer la totalité de la ration et nous n'avons eu aucun trouble à constater dans leur état général, à part un léger ramollissement des déjections au début de l'expérience. Le 16 avril, c'est-à-dire après vingt-cinq jours, période pendant laquelle les pesées furent faites régulièrement et le lait exactement mesuré, la mélasse fut

distribuée au deuxième lot pendant une nouvelle période de vingt-cinq jours qui s'est terminée le 10 mai. Le tableau ci-contre résume l'ensemble des résultats obtenus par le passage des animaux à la bascule au commencement et à la fin de la première et de la deuxième période :

Désignation.			Poids initial.	Poids final.	Augmentation.
			kil.	kil.	kil.
1re période.	1er lot avec mélasse.	Escura.	542	549	7
		Nina. .	520	526	6
	2e lot sans mélasse.	Yo. . .	630	633	3
		Frise. .	567	571	4
2e période.	1er lot sans mélasse.	Escura.	549	555	6
		Nina. .	526	531	5
	2e lot avec mélasse.	Yo. . .	633	640	7
		Frise .	571	579	8

Ce qui donne pour le lot nourri à la mélasse un accroissement de poids vif sur le lot témoin :

Pendant la première période : 13 — 7 = 6 kilos.
Pendant la deuxième période : 15 — 11 = 4 —

Différence . . . . 10 kilos.

On voit que le régime à la mélasse a poussé les animaux au poids. Le lait n'a pas éprouvé d'augmentation bien sensible, mais on sait que par la marche naturelle des choses, la sécrétion lactée se ralentit au fur et à mesure qu'on s'éloigne du vélage. Les chiffres ci-dessous indiquent les résultats obtenus au point de vue de la fonction laitière :

Première période.

			lit.
22 mars au 16 avril	1er lot avec mélasse.	Escura .	283 50
		Nina . .	280 50
	2e lot sans mélasse.	Yo.. . .	433 50
		Frise . .	392 50

Deuxième période.

16 avril au 10 mai .	1er lot sans mélasse.	Escura .	277 »
		Nina . .	274 50
	2e lot avec mélasse.	Yo . . .	442 5
		Frise . .	399 5

Nous complétons cette appréciation par le tableau suivant :

DÉSIGNATION	1re PÉRIODE		2e PÉRIODE		DIFFÉRENCES	
	Production totale.	Production journalière.	Production totale.	Production journalière.	Totale.	Journalière.
—	—	—	—	—	—	—
	lit.	lit.	lit.	lit.	lit.	lit.
1 Escura.	283 50	11 34	277 »	11 08	— 6 50	— 0 26
2 Nina. .	280 50	11 25	274 50	10 98	— 6 »	— 0 27
3 Yo. . .	433 50	17 32	442 50	17 70	+ 9 »	+ 0 38
4 Frise .	392 50	15 70	399 50	15 98	+ 7 »	+ 0 18

Ainsi la mélasse a produit une augmentation très légère de 0 lit. 18 à 0 lit. 38 de lait par jour; toutefois cette augmentation peut être considérée comme une variation négligeable qui ne nous autorise pas à recommander l'emploi de la mélasse en tant qu'aliment provoquant une sécrétion plus abondante de lait. On se rappelle que dans les expériences que nous avons poursuivies sur l'emploi du sucre dans l'alimentation du bétail, expériences publiées dans les Annales agronomiques[1], nous avons abouti aux mêmes conclusions. Il est bien entendu que nous ne voulons pas généraliser ces conclusions; mais sans vouloir aucunement mettre en doute les résultats obtenus avant nous par quelques expérimentateurs qui ont cru voir dans la mélasse un aliment favorable à la production du lait, nous croyons pouvoir affirmer que, dans les conditions où nous nous sommes placés, l'influence de ce produit n'a pas été suffisamment marquée pour que nous puissions le recommander à l'attention des cultivateurs.

L'étude des modifications survenues dans la composition du lait des vaches nourries à la mélasse présentait un réel intérêt. Pour la faire, nous avons cru utile de solliciter la collaboration de M. Pagnoul, le savant directeur de la station agronomique d'Arras, dont la compétence est indiscutable. M. Pagnoul n'a pas hésité à mettre à notre disposition sa science éprouvée, et nous l'en remercions ici très sincèrement.

Pour avoir des données rigoureusement exactes, nous avons prélevé à plusieurs reprises et toujours sur la traite du matin des échantillons de lait que nous avons soumis à l'analyse. Nous donnons ci-après les chiffres moyens indiquant la composition du lait pendant la première et la deuxième période :

1. Le sucre dans l'alimentation du bétail (*Annales agronomiques*, 1896).

Désignation.		Beurre au litre.	Lactose au litre.	Densité.
Première période (moyenne des analyses du 25 mars, du 9 et du 16 avril).				
1er lot avec mélasse.	Escura .	32.07	54.79	1,0307
	Nina. . .	31.87	50.31	1,0299
2e lot sans mélasse.	Yo . . .	42.50	53.29	1,0330
	Frise . .	27.50	51.33	1,0319
Deuxième période (moyenne des analyses du 22, 29 avril et du 6 mai.				
1er lot sans mélasse.	Escura .	32 »	52.05	1,0297
	Nina . .	27.83	50.92	1,0281
2e lot avec mélasse.	Yo . . .	44 »	54.54	1,0334
	Frise . .	28.17	52.26	1,0322

La récapitulation des résultats obtenus par chacun des lots dans les deux périodes d'expériences met parfaitement en relief les différences constatées dans la composition du lait :

Désignation.		Beurre au litre.	Lactose au litre.	Densité.
1er lot	avec mélasse.	31.97	52.55	10313
	sans mélasse.	29.91	51 48	10389
2e lot	sans mélasse.	35 »	52.31	10325
	avec mélasse.	36.08	53.40	10328

Tout en montrant, ce qui n'est pas nouveau, que la composition du lait ne varie, sous l'influence de la nourriture que dans des limites assez restreintes, les chiffres ci-dessus prouvent clairement que l'alimentation à la mélasse a augmenté les matières grasses du lait, dans la proportion de 1,08 à 2,06 de beurre par litre. C'est là une modification peu sensible et tout à fait insuffisante pour nous permettre de conseiller l'emploi de la mélasse dans la nourriture des vaches laitières.

TROISIÈME PARTIE

EMPLOI DE LA MÉLASSE DANS L'ALIMENTATION DES CHEVAUX

On doit à M. Voight, vétérinaire supérieur du cercle de Breslau, des expériences très intéressantes qui l'ont conduit à cette conclusion : que la mélasse, donnée journellement à raison de 2 kil. 500 par tête aux chevaux, constitue, au point de vue économique, un aliment très avantageux permettant de réaliser un bénéfice de

30 à 50 p. 100 sur la nourriture aux grains. Nous avons cru qu'une expérimentation nouvelle pourrait nous conduire à des conclusions semblables à celles posées par M. Voight et c'est l'espérance d'arriver à des conclusions analogues qui nous a déterminés à entreprendre ces recherches sur l'application de la mélasse à l'alimentation des chevaux.

Nos expériences ont porté sur quatre chevaux de race boulonnaise qui se présentaient, au début des observations, dans les conditions suivantes :

	Age.	Poids.
	—	—
Bob.	9 ans	640 kilos
Caprice.	9 —	570 —
Coquette	6 —	600 —
Lisette	8 —	616 —

La ration journalière qu'ils recevaient avant le 27 février était la suivante :

Avoine	7 kilos.
Foin de luzerne	5 —
Paille de blé.	5 —

Le premier jour de l'essai, nous avons remplacé 300 grammes d'avoine par un poids égal de mélasse et nous avons continué cette substitution de manière que le sixième jour les chevaux recevaient 6 kilos d'avoine et 1 kilo de mélasse. Celle-ci était présentée aux animaux en dissolution dans l'eau donnée en boisson. Dès les premiers jours les chevaux se sont montrés très friands de leur nouveau régime alimentaire et leur état général est resté satisfaisant pendant toute la durée de l'expérience, c'est-à-dire jusqu'au 7 avril. Leur aspect extérieur et leur faculté de travail n'ont rien laissé à désirer, leur poil était particulièrement brillant. Le poids vif de chacun des animaux a été déterminé toutes les semaines et nous donnons dans le tableau ci-après les résultats fournis par les pesées successives :

	POIDS DES CHEVAUX LE						
	27 février.	6 mars.	13 mars.	20 mars.	27 mars.	3 avril.	8 avril.
	—	—	—	—	—	—	—
	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
Bob. . . .	640	641	643	642	644	643	645
Caprice . .	570	570	572	574	575	572	575
Coquette. .	600	602	603	604	604	601	604
Lisette. . .	616	617	617	619	620	620	621

Comme on peut le voir par les chiffres ci-dessus, la substitution de 1 kilo de mélasse à pareil poids d'avoine a été favorable à l'entretien des chevaux dont le poids vif s'est légèrement accru. L'économie qui résulte de cette substitution est très faible (0 fr. 06 par tête et par jour), mais elle pourrait certainement se chiffrer par un bénéfice plus élevé si elle portait sur les chevaux d'établissements disposant d'une nombreuse cavalerie. Il n'est donc pas inutile de signaler les avantages de cette alimentation, avantages qui pourront devenir très importants le jour où notre régime fiscal rendra possible l'introduction de la mélasse dans nos écuries et étables.

QUATRIÈME PARTIE

EMPLOI DE LA MÉLASSE POUR L'UTILISATION DES FOURRAGES DE QUALITÉ INFÉRIEURE

Pour remédier à la pénurie de fourrage, les cultivateurs sont obligés dans certaines années, de recourir à l'emploi de substances alimentaires ordinairement délaissées ; c'est ainsi qu'à plusieurs reprises déjà, on a recommandé l'utilisation des foins avariés par l'emploi de la mélasse.

L'idée n'est pas nouvelle et dans un rapport présenté en 1869 par M. Heuzé au Ministre de l'agriculture, ce savant agronome dit qu'il a vu, chez M. Valette, propriétaire de 1,500 bêtes ovines, une disposition d'après laquelle un mélange de vesces, de lentillon et de paille de seigle acquiert, par l'addition de mélasse, une valeur nutritive plus grande en permettant d'économiser le foin. M. Decrombecque, à Lens, a employé avec succès pendant plusieurs années un mélange de paille et de foin préalablement hachés puis blutés, arrosés avec une dissolution formée de 5 litres de mélasse dans 100 litres d'eau.

Malgré les efforts faits en vue de la vulgarisation d'une pratique si utile, ce mode d'alimentation ne s'est pas propagé, la mélasse étant d'un prix peu en rapport avec son utilisation rationnelle. Mais à la faveur du dégrèvement fiscal, l'emploi de la mélasse en mélange avec des fourrages ne peut manquer de rendre des services dans les années de disette ; et c'est dans ces conditions que nous avons songé à expérimenter cette ressource moins aléatoire

que beaucoup d'autres, puisque la théorie et la pratique sont également d'accord pour lui trouver des propriétés nutritives assez élevées. Nos recherches ont été exécutées avec du foin de trèfle et du foin de prairie naturelle mal récoltés et peu appétés du bétail. Ces fourrages, préalablement hachés et mélangés à la paille d'avoine divisée également, étaient étendus sur l'aire de la salle de préparation des aliments. On procédait ensuite à l'arrosage de la masse avec de la mélasse diluée dans trois fois son poids d'eau tiède. Cette dissolution plus liquide, était par conséquent plus maniable que la mélasse seule. On brassait ensuite le tout à la pelle jusqu'à ce que la mélasse s'y trouvât également répartie. Le tas de ces substances abandonné à lui-même pendant vingt-quatre heures ne tardait pas à entrer en fermentation alcoolique et à s'échauffer. Le tout constituait une brouée que les animaux recherchaient avidement. Le mélange était fait dans les proportions suivantes par jour et par tête :

Foin.	4 kilos.
Paille d'avoine.	2 —
Mélasse	1 —

Au prix de revient des matières premières la valeur de la ration ne dépassait pas 0 fr. 40 par jour.

Soumis à l'analyse, les fourrages mélassés ont présenté la composition suivante :

	Foin de trèfle.	Foin de prairie naturelle.
	—	—
Humidité	34.35	39.00
Matières azotées.	7.97	6.67
Matières grasses.	1.59	1.33
Hydrates de carbone.	32.32	34.04
Ligneux.	18.25	14.58
Cendres	5.52	5.38
Total.	100.00	100.00

L'essai a porté sur deux génisses flamandes qui furent placées dans deux stalles séparées et reçurent journellement : la première le foin de trèfle, la deuxième le foin de prairie. Les premiers jours, elles ne se sont pas montrées avides de leur nouveau régime alimentaire, mais après cinq ou six jours, elles manifestaient un grand appétit et ne laissaient rien dans leur mangeoire. Le 30 avril, les

animaux furent pesés individuellement à jeun et accusèrent les poids suivants :

N° 1..........	316 kil. 10
N° 2..........	319 kil. 500

On laissa les sujets en expérience soumis à ce régime durant une période de quarante jours à la fin de laquelle ils accusèrent les poids suivants :

Désignation.	Poids initial.	Poids final.	AUGMENTATION	
			Totale.	Journalière.
—	—	—	—	—
	kil. gr.	kil. gr.	kil.	kil. gr.
N° 1. Foin de trèfle avec mélasse. .	316 »	339 »	23	0 575
N° 2. Foin de prairie avec mélasse.	319 500	337.500	18	0 450

Ces résultats sont fort intéressants et nous pouvons conclure avec certitude que l'état d'entretien et l'engraissement des sujets en expérience ont été accrus par le rationnement avec le mélange contenant les proportions de mélasse indiquées.

CONCLUSIONS

De l'ensemble des essais d'alimentation auxquels nous nous sommes livrés, nous croyons pouvoir tirer les conclusions suivantes :

1° La mélasse introduite dans la ration des moutons, des porcs ou des bêtes bovines augmente assez rapidement le poids vif de ces animaux ; les résultats que nous en avons obtenus montrent tout le profit que l'on pourrait tirer de ce nouveau mode d'alimentation ;

2° Sous l'influence d'une nourriture à la mélasse, il y a élévation du rendement en lait et de la teneur de celui-ci en matière grasse et en lactose ; toutefois cette augmentation peut être considérée comme une variation négligeable qui ne nous autorise pas à recommander la mélasse en tant qu'aliment propre aux vaches laitières ;

3° La mélasse, en dehors de l'économie que son emploi procure, constitue une excellente nourriture pour les chevaux. Ceux-ci s'habituent facilement à ce régime et ne semblent en éprouver aucun inconvénient ; ils conservent la même vigueur et semblent même prendre de l'embonpoint ;

4° La mélasse peut s'employer avantageusement pour faire consommer des fourrages avariés, pour rendre les pailles appétissantes et faciles à digérer.

D'une manière générale, il convient de voir dans la mélasse, non seulement une ressource accidentelle en cas de disette de fourrages, mais encore et surtout un aliment régulier fournissant en temps ordinaire des résultats avantageux au point de vue de la nourriture des animaux à l'engrais.

Un large débouché lui est donc assuré dans un avenir très prochain, dès que les cultivateurs pourront l'acheter à bon marché en profitant de la disposition législative récente qui exonère de tout impôt les mélasses utilisées dans l'alimentation du bétail. Mais il faut naturellement pour cela que celles-ci soient dénaturées, afin qu'elles ne puissent pas servir à la fabrication clandestine de l'alcool. Consulté à ce sujet, le comité consultatif des arts et manufactures a adopté récemment les conclusions du rapport du regretté A. Girard. Un des moyens proposés par ce savant consiste à fabriquer, avec de la mélasse pétrie en parties égales avec des tourteaux, des farines ou encore d'autres produits de la monture, des gâteaux dont la confection dépassera forcément le bénéfice de la détaxe. Une autre solution serait de mélanger une partie de mélasse avec trois parties de fourrages secs ou neuf parties de fourrages et déchets humides, de façon à ce que la distillation de ce mélange ne puisse pas devenir économique pour la fabrication de l'alcool. Ces moyens sont susceptibles de perfectionnements, mais tels qu'ils sont, ils suffisent à établir le décret prévu par la loi du 14 juillet 1897.

Dans la situation difficile où se trouve la sucrerie agricole en France, il nous semble qu'il y aurait intérêt à voir l'application de la loi au double point de vue de la sucrerie et de l'élevage.

Nous ne terminerons pas ce mémoire sans remercier M. Leroux, élève de 3e année, qui nous a prêté, pendant la durée de ces recherches, un concours aussi actif qu'intelligent.

RECHERCHES SUR LA GERMINATION

PAR

M. Victor JODIN

(*Suite*[1])

GRAINES VIVES ET GRAINES MORTES

Une graine vive germe, une graine morte ne germe plus. Telles, à peu près, se résument actuellement nos connaissances; en une pétition de principe pouvant se retourner en cette autre proposition : qu'une graine germe parce qu'elle vit et qu'elle cesse de germer quand elle est morte.

Mais pourquoi et comment la graine vive germe-t-elle tandis que la graine morte ne germe plus? Comment du premier état la graine est-elle passée au second et en vertu de quel processus chimique a-t-elle — au cours de sa vie latente — accompli ce passage?

Essayons d'abord d'extraire des précédents chapitres les indications qui peuvent éclairer un peu les abords de ce mystérieux problème et nous conduire à une différenciation plus intime de la graine vive et de la graine morte.

Nous savons déjà que les pois — et probablement la plupart des autres graines — pendant leur vie latente et dans les conditions naturelles où nous les conservons habituellement, retiennent une certaine proportion d'eau. Cette proportion varie avec l'état hygrométrique de l'atmosphère et dans nos climats peut s'élever de 10 à 30 p. 100 de graine sèche[2]. Cette eau ne paraît pas fixée dans la graine autrement qu'elle ne l'est dans le cheveu de l'hygromètre. Dans les deux cas, elle entre ou elle sort avec la même facilité, obéissant aux mêmes conditions d'équilibre, que l'on considère une graine vive ou une graine morte.

Cette proportion d'eau des graines, placées librement dans l'atmosphère, est insuffisante pour permettre les échanges matériels de la graine et de l'atmosphère qui caractérisent la respiration (V. § 3, p. 442[1]).

1. V. *Ann. agr.*, t. XXIII, p. 433 et suivantes.
2. *Loc. cit.*, page 439.

De cette absence des phénomènes respiratoires, il résulte que la graine conserve indéfiniment son poids et qu'après un temps plus ou moins long, lorsqu'elle a terminé sa vie latente, elle ne peut différer de ce qu'elle était à l'origine par la masse de ses éléments — qui est restée identique — mais seulement par quelque modification dans l'arrangement intérieur de ces éléments.

Lorsque les circonstances permettent au pois d'atteindre l'hydratation de 90 p. 100 environ, il entre dans sa phase germinative proprement dite; il respire et inaugure le travail chimique nécessaire à la prodnction de ses organes végétatifs, la radicule et la gemmule. Pour les hydratations intermédiaires : entre celle de 20 p. 100 à laquelle le pois reste inerte et 90 p. 100 où il germe normalement, les phénomènes respiratoires se manifestent aussi avec une certaine intensité mais sans que ce travail, prolongé au delà du temps normalement nécessaire, puisse produire la germination. La graine semble, dans ces conditions, se consumer dans un travail désordonné, d'où ne peut sortir la série des actes réguliers nécessaires à l'organisation de la jeune plante qu'elle contient en puissance (V. p. 448 et suiv.).

Ces faits, en démontrant que — dans certains cas où elles ne peuvent pas germer — les graines gardent encore la puissance de réaliser des échanges avec l'atmosphère et de devenir le siège de vives actions chimiques, m'ont inspiré la pensée de rechercher si quelque chose de cette puissance ne subsistait pas encore dans les vieilles graines qui ont naturellement perdu la faculté de germer.

Voici quelques expériences faites sur les pois. Pour faciliter la comparaison, tous les résultats ont été rapportés à un gramme de pois sec.

A. — *Pois morts stérilisés et non stérilisés.*

Je commencerai par rapporter une expérience faite comparativement avec des pois stérilisés et non stérilisés pour bien montrer l'importance qu'il y a à éloigner l'influence microbienne.

Ces pois conservés soigneusement dans une armoire obscure depuis vingt-huit ans furent mis en expérience sur du buvard mouillé dans de petites cloches courbes, ainsi qu'il a été expliqué précédemment (V. p. 445). Toutes choses égales d'ailleurs : dans la cloche A, les pois furent stérilisés; dans la cloche B ils ne le

furent pas. Cette seule différence en amena une bien grande dans les résultats révélés par l'analyse eudiométrique :

VARIATIONS CONSTATÉES DANS LA

	CLOCHE A		CLOCHE B	
	CO^2	Ox.	CO^2	Ox.
	—	—	—	—
Après 5 jours (soit 120 heures).	0.0	0.0	+ 52.8	— 53.9
— 68 jours	+ 1.7	— 2.9	»	»

c'est-à-dire que les pois stérilisés, soustraits par conséquent à toute influence parasitaire extérieure, sont restés à peu près inertes, tandis que les autres livrés à cette influence ont donné l'illusion d'un travail respiratoire très actif. Chose remarquable, les caractéristiques de ce travail qui seraient ici : $\frac{CO^2}{O} = 0.98$ et $R = \frac{52.8}{12} = 4,40$ sont de même ordre et même supérieurs à celles de l'expérience O du Tabl. II (*loc. cit.*, p. 454) qui avait donné $\frac{CO^2}{O} = 0.98$ et $R = 2,33$ pour des pois vifs stérilisés.

Donc à ne considérer *seulement* que ses échanges gazeux avec l'atmosphère extérieure, la matière organique du pois privée de son potentiel biologique et soumise sans résistance aux actions microbiennes d'ordre aérobie accuserait un travail chimique tout à fait analogue, sauf une plus grande intensité, à celui qui résulte naturellement du processus germinatif de la graine vive.

Jusqu'à quel point cette graine vive placée en conditions biologiques résiste-t-elle à ces actions microbiennes? Ou en d'autres termes et pour ne pas sortir du domaine de l'expérience : des pois vifs mis en germination, montreront-ils des différences — imputables aux microbes — dans leurs caractéristiques respiratoires suivant qu'ils auront été ou non stérilisés?

Voici, comme exemple, les valeurs de l'intensité respiratoire R trouvées au cours d'une expérience poursuivie pendant une vingtaine de jours sur des pois.

		STÉRILISÉS R	NON STÉRILISÉS R
		—	—
1re période,	5 jours.	2.09	1.58
2e —	4 jours.	4.30	3.52
3e —	10 jours.	2.37	2.04

NOTA. — Les pois ont germé en même temps dans les 2 cas. C'est-à-dire au bout de 3 jours.

Quant au rapport $\frac{CO^2}{O}$ il avait été trouvé égal à 1.00 dans le premier cas et 1,23 dans le deuxième.

En résumé, les vieilles graines qui ont naturellement perdu leur pouvoir germinatif ont perdu en même temps leur puissance respiratoire. Leur matière organique devenue inerte peut subir le double contact de l'eau et de l'oxygène sans s'oxyder et produire de l'acide carbonique ; à condition toutefois qu'elle ait été préalablement stérilisée. Autrement, envahie par les microbes environnants, elle devient le siège de phénomènes biologiques d'une autre espèce, provoqués par des énergies extérieures parasitaires.

Ces énergies extérieures, qui prédominent exclusivement chez la graine morte et paraissent transformer leur matière avec une si grande puissance, deviennent cependant impuissantes lorsqu'elles rencontrent l'opposition des énergies *intérieures* de la graine vive. Car il semble qu'elles ne modifient pas, au moins très sensiblement, le processus végétatif de cette graine dans le cas où elle n'a pas été stérilisée.

B. — *Pois morts immergés.*

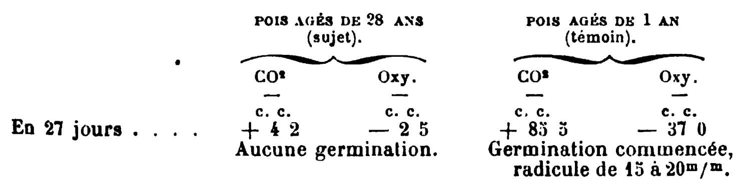
Nous avons vu précédemment que les graines vives immergées dans l'eau (*loc. cit.*, p. 457) pouvaient encore manifester leurs aptitudes physiologiques par un commencement de germination accompagné d'une émission de CO^2 prédominante, caractérisant la respiration intra-moléculaire.

D'après les expériences précédentes, il paraissait fort douteux que les pois morts conservassent cette dernière faculté, mais il n'était pas inutile de constater directement dans quelle mesure ils l'avaient perdue.

Des pois furent donc disposés dans une quantité d'eau suffisante pour les recouvrir de 3 à 4 millimètres.

Le tout avait été stérilisé.

Variations dans la composition de l'atmosphère.



	POIS AGÉS DE 28 ANS (sujet).		POIS AGÉS DE 1 AN (témoin).	
	CO^2 — c. c.	Oxy. — c. c.	CO^2 — c. c.	Oxy. — c. c.
En 27 jours	+ 4 2	— 2 5	+ 85 5	— 37 0
	Aucune germination.		Germination commencée, radicule de 15 à 20m/m.	

Dans une autre expérience, on prit pour sujet des pois âgés seulement de sept ans mais dont le pouvoir germinatif était déjà très affaibli. De plus, on employa de l'eau légèrement nitrée dans l'espoir qu'elle pourrait stimuler le processus germinatif.

	POIS DE 7 ANS		POIS DE 1 AN	
	CO^2	Oxy.	CO^2	Oxy.
	—	—	—	—
En 37 jours . . .	+ 9 1	— 3 7	+ 47 4	— 8 4
	Non germés.		Bien germés.	

En résumé : les pois arrivés au déclin de leur vie latente et ayant depuis longtemps perdu leur faculté germinative conservent encore, semble-t-il, quelques traces de leur potentiel biologique. Impuissants à germer, ils peuvent encore réagir avec l'eau et l'oxygène en dehors des influences microbiennes. Cette réaction toutefois est faible et de courte durée; elle s'épuise en peu de jours, incapable d'engager le cycle germinatif qui, dans la graine vive, peut l'entretenir et la renouveler.

C.— Pois dans le vide humide.

Enfin en l'absence de l'oxygène, et par la seule action de l'eau, les graines vives et les graines mortes peuvent encore se différencier en vertu de leur respiration intra-moléculaire. Il suffit pour cela d'introduire les graines dans des tubes stérilisés contenant un peu d'eau, de sceller ces tubes après y avoir fait le vide et de les placer à l'étuve pendant un certain temps. Après quoi on en extrait le gaz qui a pu se dégager, et on le soumet à l'analyse.

Voici quelques exemples donnés par des tubes ayant séjourné à l'étuve de un à deux mois, c'est-à-dire un temps plus que suffisant pour que la réaction intra-moléculaire ait pu s'accomplir et que l'émission gazeuze soit terminée.

	POIS MORTS NE GERMANT PLUS				POIS VIFS GERMANT TRÈS BIEN		
	Age.	Gaz dégagé.			Age.	Gaz dégagé.	
	—	—			—	—	
A.	27 ans	CO^2	0 75	C.	2 ans 1/2 . .	CO^2	33 70
B.	19 —	—	3 78	D.	1 an.	—	48 »

Cela suffit pour montrer comment en vieillissant les pois perdent leur respiration intra-moléculaire en même temps que leur pouvoir germinatif.

Dans ces expériences, les graines avaient été stérilisées avant d'être introduites dans les tubes. Mais si l'on néglige cette précaution en employant ces graines dans leur état naturel — les tubes et l'eau étant seuls stérilisés, — alors interviennent les phénomènes de fermentation anaérobie et en particulier de celle déterminée par l'amylobacter.

Et cependant il arrive *souvent* dans ces conditions que les pois vifs ne se comportent pas comme les pois morts. Tandis que les premiers subissent rapidement la fermentation par l'amylobacter, les autres, au contraire, restent intacts et sans altération ; bien que les autres aient été récoltés et conservés en apparence dans les mêmes conditions.

Les expériences suivantes sont un exemple de ce fait.

Leurs résultats s'appliquent à un gramme de pois secs, non stérilisés, dans le vide mouillé pendant vingt jours :

POIS MORTS NE GERMANT PLUS		
	Age.	Gaz dégagé.
A.	33 ans. . .	Nul.
B.	27 — . .	1 bulle CO^2.
C.	19 — . .	3.7. CO^2 pur.

POIS VIFS GERMANT BIEN			
	Age.	Gaz dégagé.	
D.	4 ans.	CO^2	68 2
		Hydrog . . .	11 4
			79 6
E.	2 ans.	CO^2	73 0
		Hydrog . . .	21 0
			94 0

Dans les trois premiers tubes, les pois étaient restés intacts, sans odeur et mouillés d'un peu de liquide limpide. Ils étaient au contraire profondément altérés dans les deux autres, exhalaient une forte odeur butyrique et le liquide trouble, qui les accompagnait, pullulait de microbes caractéristiques.

En rapprochant ces expériences des précédentes et notamment de celles de la page 384, il semblerait qu'en ce qui concerne les graines non stérilisées et dans leur état naturel :

— *Dans l'air:* Les pois vifs germent sans que leurs fonctions physiologiques paraissent subir une influence sensible des microbes environnants ;

Les pois morts, au contraire, ne germent pas et leur substance est livrée aux actions des microbes *aérobiens*.

— *Dans le vide :* Les pois vifs subissent des fermentations anaérobiennes, tandis que les pois morts restent intacts.

Il serait téméraire de penser que cette résistance relative des vieilles graines aux ferments anaérobiens est due aux modifications inconnues survenues dans la matière de la graine pendant sa vie latente et qui ont amené la perte du pouvoir germinatif. J'ai rencontré en effet quelquefois, mais *plus rarement*, de vieux pois qui se comportaient comme les pois vifs dans le vide mouillé. Peut-être est-il mieux de supposer que parmi les germes microbiens qui constituent la flore ordinaire des pois, les uns ont une plus grande longévité que les autres et que certains anaérobiens meurent dans l'air avant les autres. On comprendrait, dans ce cas, comment des graines conservées en flacon à l'abri des contingences extérieures soient à la longue naturellement stérilisées des germes anaérobiens et ne le soient pas des aérobiens.

Tout cela, j'en conviens, reste encore bien obscur; mais la dissémination naturelle des microbes, les lois qui règlent leur répartition et leur rôle dans le conflit des actions physiologiques qui concourent à l'entretien et au renouvellement des formes de la vie sur notre globe, — tout cela, dis-je, est encore si mystérieux qu'il peut n'être pas inutile d'enregistrer d'humbles observations d'où, par induction et comme point de départ, pourront surgir des recherches plus approfondies et plus lumineuses. Ce sont ces considérations qui m'ont entraîné à une digression un peu en dehors de mon sujet.

D. — *Siège du potentiel biologique des graines.*

Donc, en résumé : une graine morte non seulement ne germe plus, mais a aussi perdu à la longue toute activité chimique spontanée. Son organisme est dénué de cette puissance que, faute de mieux, j'appellerai *potentiel biologique*, en vertu de laquelle la graine vive pouvait réagir sous l'influence de l'eau seule, ou faiblement aérée, et accomplir les réactions moléculaires par lesquelles elle commence sa vie active.

Cette puissance latente et initiatrice de la graine vive est-elle centralisée dans une partie spéciale de son organisme, ou, au contraire, est-elle immanente et diffusée dans l'ensemble des cellules qui constituent cet organisme? J'ai cherché une réponse à cette question dans les expériences suivantes:

La partie essentielle de la graine, le centre physiologique d'où

émaneront les éléments nouveaux, est certainement la radicule ou plantule insérée entre les deux masses cotylédonnaires. En détruisant ce centre végétatif, abolira-t-on dans la graine toutes les réactions qui préparent et accompagnent la germination?

J'ai d'abord cherché la solution de ce petit problème en utilisant l'asepsie des graines encore dans leurs enveloppes naturelles. Des gousses de pois étaient choisies avant leur complète maturité, avec des instruments stérilisés on les ouvrait, on en extrayait les pois et on arrachait la plantule. La partie restante, c'est-à-dire les cotylédons, était placée avec de l'eau stérilisée dans une cloche d'expérience.

Ce premier dispositif permit de constater que des graines ainsi mutilées continuaient leurs échanges avec l'air extérieur en émettant du gaz CO^2. Mais la difficulté d'obtenir une stérilisation complète laissait le résultat trop incertain. J'ai donc dû recourir à un procédé plus simple et plus pratique consistant à prendre des pois artificiellement stérilisés, ainsi qu'il a été expliqué précédemment, et à détruire leur gemmule par un fil de platine rougi avant de les mettre en expérience.

Voici les résultats d'une de ces expériences qui a duré une dizaine de jours partagée en deux périodes égales :

		CARACTÉRISTIQUES RESPIRATOIRES		VARIATIONS TOTALES DES GAZ PENDANT L'EXPÉRIENCE	
		$\frac{CO^2}{O}$	R	CO^2	Oxyg.
A. Pois naturels ayant germé normalement.	1re période.	1.41	2.58	+ 52 5	— 47 6
	2e —	0.84	1.50		
B. Pois mutilés n'ayant pas germé.	1re période,	14.08	0.95	+ 50 1	— 8.1
	2e —	2.15	2.15		

Il est évident que les pois mutilés ont conservé en grande partie leur énergie chimique, leur potentiel biologique. Seulement, la destruction du centre végétatif de l'embryon paraît avoir déterminé une modification profonde dans la nature du travail réalisé par cette énergie. C'est ce que démontre la variation du rapport $\frac{CO^2}{O}$, qui a décuplé par le fait de cette mutilation.

On sait l'importance qu'avec raison les biologistes attachent à ce rapport $\frac{CO^2}{O}$. C'est par lui qu'ils arrivent à se rendre compte des

transformations subies par les réserves, — graisses et hydrates de carbone, — offertes à l'embryon dans la graine.

On admet généralement $\frac{CO^2}{O} = 1$ ou > 1 pour les graines amylacées en germination, tandis qu'il devient < 1 pour les graines oléagineuses. (V. Dehérain. *Chimie agricole*, p. 23). Mais ici, comme on a affaire à des graines semblables, pendant les mêmes périodes de temps de leur germination, il faut bien admettre que les grandes différences constatées proviennent uniquement de la nature du processus chimique modifié par la seule destruction du centre végétatif de l'embryon.

En quoi consiste cette modification? Nous l'étudierons dans un prochain mémoire.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

AIMÉ GIRARD

PAR

M. P.-P. DEHÉRAIN

Membre de l'Académie des sciences.

Nous avons eu le chagrin de perdre, au mois d'avril dernier, un savant éminent, un excellent ami, M. Aimé Girard; il a donné aux *Annales agronomiques*, à plusieurs reprises, des mémoires importants et nous devons rappeler brièvement ici quels services signalés a rendus à l'agronomie notre regretté collaborateur.

Aimé Girard est né à Paris le 22 décembre 1830. Son père, notaire à Paris, l'envoya faire ses études au lycée Louis-le-Grand et à l'institution Savouré, un de ces établissements libres, qui florissants à cette époque, ont disparu les uns après les autres, écrasés par la concurrence de l'Etat.

Au lieu de suivre la carrière paternelle, Aimé Girard, entraîné par un secret penchant vers les sciences d'observation, entra en octobre 1850 au laboratoire particulier de Pelouze. Il s'y fit remarquer par quelques travaux qui semblaient annoncer que c'était vers la science pure qu'il se dirigerait; la préparation du sulfométhylène à l'aide du sulfure de carbone lui fit grand honneur, et

l'éclat avec lequel il s'engageait dans la voie ouverte par M. Berthelot, était bien propre à faire supposer que la chimie organique allait compter un chercheur de plus, et cependant, bien qu'à plusieurs reprises, Aimé Girard soit revenu à cette branche de la science, bien qu'il ait notamment exécuté de très intéressantes recherches sur les sucres des arbres à caoutchouc, bien que l'Académie des sciences lui ait décerné, en 1874, le prix Jecker, pour ses recherches de chimie organique, c'est dans une autre voie qu'il devait trouver ses plus grands succès. Appelé à la direction du laboratoire de Pelouze en 1854, il ne le quitta que lorsque le maître renonça, en 1857, à y appeler des élèves. En 1858, Aimé Girard fut nommé conservateur des collections à l'Ecole polytechnique et la même année, débuta dans l'enseignement à l'École du commerce sous la rude férule du directeur Gervais, de Caen, pour lequel il conserva toujours la plus respectueuse affection.

Visiblement, à ce moment, Aimé Girard hésitait sur la direction à prendre ; il se jeta dans les études photographiques avec Davaune, puis entreprit, avec la collaboration de Bareswill, la publication d'un dictionnaire de Chimie industrielle.

Nous nous étions rencontrés plusieurs fois à la Société chimique de Paris, dont il a été un des fondateurs, mais sans entrer en relations suivies, quand, en 1865, il me demanda de faire partie d'un comité constitué à Paris pour diriger la section française de l'Exposition internationale, que le Portugal organisait à Porto cette année là.

C'est pendant le séjour assez prolongé que nous fîmes à Porto, à Lisbonne, à Sétubal, que nous contractâmes une amitié que la mort seule a pu briser. J'ai pu apprécier dès cette époque les rares qualités d'Aimé Girard, et notamment son extrême facilité d'assimilation. Il apprenait vite, bien et n'oubliait guère ; la rédaction de son dictionnaire lui avait donné déjà des connaissances étendues sur toutes les questions industrielles ; aussi il lui suffisait d'une conversation avec un ingénieur, de la visite d'une usine pour comprendre le progrès accompli et se faire sur les questions posées une opinion nette et précise, et comme, à ces qualités de savant, il joignait beaucoup de courtoisie, d'entrain, de gaieté, il plaisait ; sans doute quelques esprits critiques le jugeaient quelque peu avantageux et ramenant volontiers la conversation vers ce qui le touchait personnellement ; mais je suppose que si on le lui

avait laissé entendre, il en eût été fort étonné, car il n'avait aucune morgue, et comme, en outre, il était serviable, obligeant, très ouvert, de bon conseil, il sut acquérir l'amitié de tous ceux auprès desquels il fréquentait et conquit rapidement une place importante dans les jurys des expositions.

Il y avait débuté dès 1855, à notre première grande exposition internationale; on l'avait employé à Londres en 1862: nous le trouvons à Porto en 1865, à Paris en 1867, à Amsterdam en 1869, à Vienne en 1873; enfin il avait naturellement sa place marquée dans nos grands concours de 1878 et de 1889, et l'Exposition de 1900 le comptait parmi ses présidents de classe.

Chacune de ces expositions lui fournissait des matériaux de travail; il écrivit un petit ouvrage intéressant sur les Arts chimiques à l'Exposition de 1855; à la suite de son séjour en Portugal, il composa un mémoire important sur les marais salants de Sétubal. A Londres, il étudie la fabrication du papier, celle de la bière à Vienne, et de son rapport « datent les grands progrès réalisés depuis lors dans les brasseries françaises [1] ».

Aimé Girard était donc devenu un *chimiste manufacturier*, comme on disait jadis, et, en effet, en 1871, il fut désigné par les professeurs du Conservatoire, comme le successeur de Payen, qui venait de mourir. A cette chaire, l'amitié, l'estime que lui avait toujours portées J.-B. Dumas, tout puissant à cette époque, en ajouta une autre : il fut nommé professeur de technologie à l'Institut agronomique récemment fondé.

A ses études industrielles, se joignirent dès lors des études agricoles. C'est de ce côté qu'il rencontra ses plus grands succès. Son nom, connu seulement du monde scientifique et industriel, se répandit dans le grand public, à la suite de ses mémorables travaux sur l'*Amélioration de la culture de la pomme de terre*.

Il s'était d'abord attaché à l'étude de la betterave à sucre, et je lui ai entendu dire souvent que ce travail était supérieur à ce qu'il avait fait sur la pomme de terre. Je crois fermement qu'il jugeait mal. S'il a dépensé beaucoup de temps et de peine à chercher la saccharogénèse dans la betterave, il n'a pas ajouté grand'chose à nos connaissances. Il s'est efforcé de démontrer que les hydrates

1. Discours prononcé par M. Emile Boire aux obsèques d'Aimé Girard.

de carbone, qui apparaissent sous forme de sucre dans la racine, sont élaborés par les feuilles... On le savait déjà; mais il a cru, en outre, que les feuilles produisaient directement le sucre de canne, or, cette manière de voir reste bien douteuse ; il a pu montrer sans doute, qu'à la fin d'une belle journée, les feuilles de betteraves renferment plus de sucre de canne qu'après une journée sombre, et c'est là son principal argument pour affirmer que la saccharose descend en nature des feuilles aux racines ; mais la formation de réserves transitoires dans les feuilles est si commune, on y trouve si souvent de l'amidon, par exemple, qui se redissout sous forme de glycose pour émigrer, que rien ne prouve que le sucre de canne passe sans transformation de la feuille à la racine.

En outre, il n'a pas abordé la question capitale qu'il s'agissait de résoudre : il n'a pas cherché le mécanisme de l'accumulation du sucre de canne dans les racines des betteraves. Les travaux que j'avais publiés autrefois sur la formation des réserves insolubles, ne s'appliquaient pas à celle d'une matière soluble, comme est le sucre. Aimé Girard n'a rien écrit sur ce sujet et la question ne s'est éclaircie que quand M. Maquenne, ici même [1], a étudié les lois de l'osmose et a appliqué à cette recherche les méthodes nouvelles d'investigation, que fournissent les belles expériences de cryoscopie de M. Raoult.

En réalité, le travail le plus important et le meilleur qu'ait produit Aimé Girard, est celui qu'il a consacré à la pomme de terre. Choix des variétés et des semenceaux, espacement des plants, engrais, traitement préventif contre la maladie, il a successivement tout étudié et tout réglé, et comme ses relations étaient nombreuses, ses instructions précises, il eut la satisfaction d'être suivi par nombre de cultivateurs habiles. C'est là le criterium, la preuve qu'on a travaillé utilement, car pour décider les praticiens à opérer autrement qu'ils ne le font d'ordinaire, il faut beaucoup de persévérance et de force persuasive. Aimé Girard les avait, et il sut se faire écouter. Il revint à bien des reprises sur ce sujet favori, et son nom reste attaché aux progrès accomplis pendant ces dernières années dans une des cultures les plus importantes de notre pays.

Aimé Girard a exposé ses recherches dans un mémoire très

1. T. XXII, p. 5 (1896).

bien composé, écrit dans une langue claire et élégante, et le succès fut grand; tellement qu'il fallut, chose rare pour un mémoire scientifique, donner, quelques années après la publication, une seconde édition.

Aimé Girard profita de son habileté photographique pour illustrer ses ouvrages, sur la pomme de terre et sur la betterave, d'atlas représentant ces deux plantes à divers états de développement; les photographies exécutées avec une rare perfection complètent très heureusement le texte.

Notre regretté confrère fut ramené à la chimie industrielle par ses nombreux travaux sur la composition du grain de blé ; ils lui fournirent un point d'appui solide pour étudier les diverses méthodes de mouture, et il travaillait encore dans cette direction pendant les derniers mois de sa vie.

Son enseignement au Conservatoire était très brillant; il excellait à bien composer ses leçons, à mettre sous les yeux de son nombreux auditoire des démonstrations expérimentales absolument convaincantes. Les attaches qu'avait Aimé Girard avec le monde industriel lui fournissaient des renseignements, des specimens qui donnaient à ses leçons, ce quelque chose de vivant, de personnel, qui exerce sur l'attention du public une action décisive. Sa parole était facile, abondante, claire, et il réussissait à se faire écouter, même dans les sociétés savantes où bien souvent la voix de l'orateur est couverte par le bruit des conversations.

C'était cependant surtout à son cours du Conservatoire qu'il fallait l'entendre, « chacune de ses leçons était un triomphe pour le professeur, mais ce que le public ignorait c'est que ces triomphes étaient acquis au prix d'un travail écrasant et d'une fatigue qui à la longue a altéré sa vigoureuse constitution. Le moment vint où il se sentit en quelque sorte vaincu. Sa voix, si retentissante dans la pleine santé, se voilait, s'enrouait et il en souffrait en véritable artiste qu'il était et qu'il n'a jamais cessé d'être [1]. »

Et en effet, les années avaient passé, la vigueur n'était plus la même. Successivement, il donna sa démission de professeur à l'Institut agronomique, où il fut remplacé par son neveu, M. Lin-

1. Discours prononcé aux obsèques de M. Aimé Girard par M. Laussedat, membre de l'Institut, directeur du Conservatoire.

det, qui, avec lui, a exécuté dans ces dernières années de très intéressantes études sur la composition des raisins; puis en 1896, il se fit remplacer au Conservatoire par son préparateur, M. Fleurent, docteur ès sciences, qu'il avait pris comme collaborateur dans un long travail sur la composition des farines.

Aimé Girard a été non seulement un très brillant professeur, un savant éminent, mais en outre habile écrivain, et dès le début de sa carrière, Foucault, qui était bon juge, l'avait désigné comme son successeur à la rédaction du feuilleton scientifique des *Débats*.

A la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, à laquelle il appartint de bonne heure, Aimé Girard rendit des services signalés. « Il aimait l'industrie sous toutes ses formes et il avait le plus vif désir de lui être utile. Il en trouva naturellement l'occasion dans les nombreux rapports dont il fut chargé et où il montra constamment la science comme le guide indispensable de toute opération industrielle...

« C'est surtout dans ses rapports sur les prix décernés pour récompenser soit d'importantes inventions, soit le dévouement de modestes ouvriers ou de contre-maîtres qu'on voyait éclater l'élévation de son caractère et la bonté de son cœur... »

« Quand en 1889, la maladie força Peligot à abandonner les fonctions de secrétaire de la Société, M. Aimé Girard était tout désigné aux suffrages unanimes de ses collègues par la compétence incontestée que lui avaient acquise ses publications et les discussions auxquelles il avait pris part sur les questions les plus diverses. Le conseil eut en lui un secrétaire perpétuel très actif, joignant à un art merveilleux d'exposition le charme et le don de captiver l'attention [1]. »

Aimé Girard n'entra que tardivement à l'Académie des Sciences dans la section d'Economie rurale; il succéda à Chambreland en 1894; il était assidu aux séances et nous nous voyions presque tous les lundis. Cependant, de temps à autre, la maladie le retenait chez lui; depuis près de dix ans, en effet, il avait été arrêté à plusieurs reprises; des affections aux yeux, des douleurs très vives à la peau des mains, l'avaient assombri; on voyait, à la persistance avec laquelle il ramenait la conversation sur sa santé qu'il s'in-

1. Discours de M. Troost, membre de l'Institut, aux obsèques de M. Aimé Girard.

quiétait. Il avait toujours vécu seul, et bien qu'aussitôt qu'il retrouvait des amis, il dépensât, sans compter, sa verve et son esprit, on sentait qu'à ces excitations factices, devaient succéder des heures tristes et découragées.

Heureusement le travail lui restait ; on le consultait fréquemment; membre d'un grand nombre de commissions, on le chargeait de rapports, et comme il était la conscience même, il entreprenait les études nécessaires pour asseoir son opinion sur des données précises. On se ferait difficilement une idée de la somme de travail qu'il a dépensée dans ses recherches sur les opérations de la meunerie : il ne se bornait pas à des essais de laboratoire, il suivait les opérations dans les usines, allait passer des semaines dans les villes où s'exécutaient les expériences dont il avait tracé le programme.

Il aimait à s'isoler pour rédiger les mémoires où se condensaient ses recherches; au printemps de 1898, il était allé s'installer pendant quelques jours au Havre pour mettre la dernière main à un travail sur la composition des raisins entrepris depuis plusieurs années avec M. Lindet; il en était revenu et rien ne faisait prévoir que sa fin fût proche, quand on nous apprit qu'il était sérieusement atteint ; sa porte se ferma, et après quelques jours de maladie, il succomba le 12 avril 1898.

Ses confrères de l'Académie, ses collègues du Conservatoire le regrettent amèrement, moins peut-être cependant que ses élèves. Aux obsèques, M. Livache a rappelé tout ce qu'il était pour eux. « Au laboratoire, l'enseignement de M. Aimé Girard ne se bornait pas aux questions scientifiques ; il s'appliquait au moins autant à préparer les élèves aux luttes de la vie... plus nous avancions, plus nous étions à même d'apprécier ses sages conseils. »

Les élèves sont bons juges de la valeur du maître, ils assistent à la genèse de ses idées, ils mesurent la puissance de son esprit à l'intérêt des recherches entreprises, sa souplesse à l'habileté avec laquelle il indique comment on doit tourner ou franchir les obstacles; ils savent bientôt aussi, s'ils sont pour lui des aides, des instruments dont il se débarrassera aussitôt qu'ils n'accompliront plus régulièrement leur besogne, ou, au contraire, s'ils ont près d'eux un vieil ami, qui se considère comme ayant charge d'âme, auquel ils peuvent toujours recourir pour les soutenir et les diriger dans leur longue et difficile carrière.

Aimé Girard fut un bon maître, et c'est là un trait qu'il faut ajouter pour montrer toutes les qualités de l'homme éminent qui vient de disparaître.

REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Agriculture.

Sur une graminée du Soudan, par M. Dybowski[1]. — L'auteur signale la présence dans nos colonies africaines d'une graminée de grande valeur nutritive et dont il serait intéressant d'encourager la culture. Les indigènes du Soudan, en effet, n'ont pas à leur disposition les graminées cultivées en Europe et ne consomment guère que le maïs, le sorgho et le riz de montagne. La plante signalée viendrait faire un utile appoint à l'alimentation de ces pays chauds.

Ce végétal est désigné sous les noms botaniques de *Digitaria longiflora* de Posoon ou de *Paspalum longiflorum* de Retz, et sous la dénomination indigène de foundounié. C'est une herbe aux rameaux ténus, aux épis grêles dont la forme cultivée diffère du type sauvage par ses achaines plus gros et plus ovoïdes; elle est complètement glabre, tandis qu'à l'état spontané, elle est hispide.

Dans la Guinée française, on prépare le sol en le débarrassant de la brousse par l'incendie, puis on y répand la graine; en trois mois, la plante vient à maturité; le battage permet de séparer les graines qu'on moud par trituration dans un mortier en bois; on obtient ainsi une semoule très nutritive.

M. Dybowski donne, en effet, la composition moyenne des graines de *Paspalum* comparées à celle des principales graines alimentaires de nos pays; la graminée du Soudan se rapproche beaucoup du riz.

	PASPALUM	MILLET	BLÉ	SEIGLE	ORGE	MAÏS	RIZ	SARRASIN
Eau	9.20	11.66	13.65	15.06	13.77	13.12	13.11	11.93
Protéine	7.67	9.25	12.35	11.52	11.14	9.85	7.85	10.30
Matières grasses	5.34	3.50	1.75	1.79	2.16	4.62	0.88	2.81
Amidon et dextrine	73.33	65.95	67.91	67.81	66.93	68.41	76.52	55.81
Ligneux	2.56	7.29	2.53	2.01	3.31	2.49	0.63	16.43
Cendres	3.90	2.35	1.81	1.81	2.69	1.51	1.01	2.72

Enfin les grains d'amidon du *Paspalum* ressemblent beaucoup à ceux du maïs quoique étant de dimensions un peu moins grandes et ne dépassant pas 19 millièmes de millimètre; le hile est large et présente une forme anfractueuse.

A. Hébert.

1. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 771.

Expériences avec des cultures pures de bactéries des légumineuses, par M. NOBBE[1]. — MM. Nobbe et Hiltner, ont étudié précédemment les relations qui existent entre les bactéries des diverses légumineuses, ainsi que l'action d'une bactérie déterminée sur une légumineuse autre que celle dont elle provient.

M. Nobbe montre maintenant que l'assimilation de l'azote se fait uniquement par symbiose avec les bactéries et non par l'intermédiaire des feuilles; outre les légumineuses, l'*elcagnus* et peut-être le *podocarpus angustatus* sont capables de fixer l'azote libre. La moutarde, l'avoine, le sarrasin ne peuvent pas assimiler l'azote atmosphérique.

Les bactéries des nodosités sont assez sensibles à l'action de certains engrais. Le nitrate de potasse retarde beaucoup la formation des tubercules; le sulfate d'ammoniaque n'a pas eu d'effet fâcheux. Le tableau suivant montre l'action du nitrate de potasse sur de la vesce velue cultivée dans des pots ayant reçu ou non une culture de bactéries fixatrices :

	SANS NITRATE		AVEC NITRATE			
			APPORTANT 0 G. 5 D'AZOTE		APPORTANT 1 G. D'AZOTE	
	Poids de la récolte sèche.	Azote dans la récolte.	Poids de la récolte sèche.	Azote dans la récolte.	Poids de la récolte sèche.	Azote dans la récolte.
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Non inoculée . . .	5 72	0 090	22 87	0 390	32 64	0 62
Inoculée	43 12	1.420	48 64	1 660	62 25	2 520

On examina aussi la durée de la conservation des cultures de bactéries sur gélatine. Pratiquement l'activité des cultures se maintient deux ou trois mois, si on a soin d'éviter l'action de la lumière directe. Les cultures âgées de sept mois sont sans aucune valeur.

Pour voir si les effets de l'inoculation d'un sol sont durables on inocula des pots avec des bactéries des pois, du trèfle rouge, et du robinia; puis on sema ces plantes l'année suivante. On obtint les poids de matière sèche que voici :

	SOL INOCULÉ AVEC BACTÉRIES PROVENANT DE		
	Pois.	Robinia.	Trèfle rouge.
Pois	18 9	12 4	9 3
Robinia	0 6	18 4	2 2
Trèfle rouge	9 9	9 0	18 4

1. *Chem. Zeitung*, t. XX (1896), nº 80, p. 785.

La récolte est toujours maximum lorsque les bactéries appartiennent à la plante que l'on cultive.

Quelques expériences ont été faites en pleine terre avec la nitragine. Dans 27 p. 100 des cas on obtint de bons effets; pour 12 cas, l'effet de la nitragine a été plutôt nuisible; le reste du temps on n'observa aucune différence. E. D.

Expériences sur l'emploi de la Nitragine, par M. J.-A Vœlcker [1]. — M. Vœlcker a essayé la Nitragine préparée par l'usine de Höchts; malheureusement il ne peut pas encore donner de résultats probants, car les plantes cultivées à Woburn et ailleurs ont fortement souffert de la sécheresse et n'ont pas pu mûrir en temps convenable.

Les expériences de Woburn ont porté sur onze légumineuses différentes. Le traitement à la nitragine, soit des graines, soit du sol, n'a produit aucun effet. Les pois et les haricots inoculés présentaient cependant des racines un peu plus développées que ceux sans nitragine; les tubercules à bactéries étaient abondants partout. Dans quelques cas, les plantes non inoculées étaient meilleures que celles qui avaient été inoculées.

Dans une autre région, les cultures consistaient en pois et en haricots; la nitragine produisit des effets légèrement favorables; l'inoculation du sol semble préférable à l'inoculation de la graine.

Une troisième série d'expériences portait sur quinze légumineuses. Les résultats ont encore été discordants. Il ne paraît pas indispensable d'inoculer une plante donnée avec la nitragine spéciale correspondant à cette plante.

L'auteur croit que l'inoculation conduit à un développement plus abondant des racines et à une formation plus régulière de tubercules.

E. D.

Chimie agricole.

Dosage de l'acide phosphorique dans les superphosphates, par M. Léo Vignon [2]. — Le dosage de l'acide phosphorique assimilable dans les superphosphates comprend les opérations suivantes :

1° Dosage de l'acide phosphorique soluble dans l'eau;

2° Dosage de l'acide phosphorique soluble dans l'eau et de l'acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque, réunis;

3° Dosage séparé de l'acide phosphorique soluble dans l'eau et de l'acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque.

Or, dans ce dernier cas, M. Léo Vignon a observé que, si l'échantillon analysé renferme beaucoup d'acide phosphorique soluble dans l'eau et peu d'acide phosphorique soluble dans le citrate, la précipitation de cette dernière forme de l'acide phosphorique ne s'effectue pas toujours complètement dans un délai de quelques heures.

1. *Jour. Soc. chem. industry*, t. XV (1896), n° 11, p. 767.
2. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1522.

C'est ainsi que, pour divers échantillons, l'auteur a trouvé, après des laps de temps différents, les chiffres suivants :

	ACIDE PHOSPHORIQUE				SOMME	
	SOLUBLE A L'EAU		SOLUBLE AU CITRATE			
	Après 8 heures.	Après 15 h.	Après 8 heures.	Après 15 h.	Après 8 heures.	Après 15 h.
Superphosphate d'os I.	14.32	14.32	0.77	1.08	15.09	15.40
Superphosphates minéraux II .	14.13	14.13	0.27	0.45	14.40	14.58
Superphosphates minéraux III.	10.20	10.20	3.10	3.18	13.30	13.38

Pour éviter ces inconvénients, M. Léo Vignon propose de réunir la solution aqueuse et la solution de citrate ayant servi à épuiser l'échantillon et d'y précipiter ensemble ces deux formes d'acide phosphorique.

On obtient ainsi, pour les échantillons déjà étudiés, après douze heures de précipitation :

	Acide phosphorique soluble à l'eau et au citrate (mélangés).
Superphosphate d'os I	17.79
Superphosphates minéraux II	14.94
— III	13.91

d'où on tire, connaissant l'acide phosphorique soluble dans l'eau :

	Acide phosphorique soluble au citrate.
Superphosphate d'os I	3.47
Superphosphates minéraux II.	0.81
— III.	3.71

tandis que le dosage direct avait donné les chiffres correspondants 1,08, 0.45 et 3,18.

L'auteur propose donc, pour déterminer dans un superphosphate l'acide phosphorique assimilable, de doser directement l'acide phosphorique soluble dans l'eau, ensemble l'acide phosphorique soluble à l'eau et au citrate, et par différence l'acide phosphorique soluble dans le citrate. A. Hébert.

Le Gérant : G. Masson.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

SUR

L'ÉPANDAGE ET L'ENFOUISSEMENT DU FUMIER DE FERME

PAR

M. P.-P. DEHÉRAIN

Membre de l'Académie des sciences.

Dans un mémoire inséré dans ce volume même [1], j'ai insisté sur les pertes d'ammoniaque qui accompagnent la fabrication du fumier telle qu'elle est habituellement conduite.

Le carbonate d'ammoniaque provenant de la fermentation de l'urée, se dissocie aisément, l'acide carbonique disparaît le premier des dissolutions et son départ amène le dégagement de l'ammoniaque; ce n'est pas du carbonate d'ammoniaque qui s'échappe, mais successivement de l'acide carbonique, puis de l'ammoniaque.

Aux expériences exécutées sur ce sujet, par MM. Berthelot et André, il y a quelques années[2], j'ai ajouté que la dissociation qui détermine la déperdition de l'ammoniaque, s'arrêtait absolument, ainsi qu'il était facile de le prévoir, dans une atmosphère d'acide carbonique.

Or, j'ai reconnu depuis longtemps que l'atmosphère du tas de fumier est très chargée d'acide carbonique[3] produit par les fermentations très actives qui s'établissent dans la masse bien tassée et bien arrosée.

Ce dégagement constant d'acide carbonique empêche absolument la déperdition de l'ammoniaque, et, en effet, à bien des reprises différentes, nous avons appelé, au travers de dissolutions titrées d'acide sulfurique, l'atmosphère confinée dans le fumier et jamais nous n'avons pu y constater la moindre trace d'ammoniaque. Nous n'en avons pas entraîné davantage du purin, au travers duquel nous avons fait barboter un courant d'air, la production d'acide carbonique y est trop abondante pour que l'ammoniaque puisse s'échapper du liquide.

Si donc rapidement les litières salies sont conduites à la plateforme et incorporées à la masse en fermentation, les pertes d'am-

1. P. 257.
2. *Ann. de chim. et de phys.*, 6e série, t. XI.
3. *Ann. agron.*, t. X, p. 385.

moniaque disparaissent ou au moins s'atténuent dans une énorme proportion.

Ce mode de procéder, facile à employer dans les vacheries, les écuries ou les porcheries, soulève, pour les bergeries, quelques difficultés. Plusieurs des personnes qui s'intéressent à mes travaux sur le fumier et qui y cherchent des règles de conduite, m'écrivent que le curage fréquent des bergeries ne se pratique nulle part et me demandent de revenir sur ce cas particulier. J'ai disposé, en effet, des essais pour préciser les pertes qu'entraîne le séjour prolongé des litières sous les moutons, et j'espère être en mesure de donner bientôt quelques renseignements sur ce sujet.

J'aborde aujourd'hui une étude différente : j'ai voulu voir ce qui arrive au fumier quand il reste exposé à l'air dans les champs, pendant plusieurs jours, parfois durant des semaines.

Est-il indifférent de laisser cette exposition à l'air se prolonger, ou au contraire, le fumier perd-il, lorsqu'il séjourne sur les guérets, une partie de son azote? Peut-on impunément conduire le fumier aux champs, aussitôt qu'on dispose des attelages et que la terre est abordable aux chariots, quitte à ne l'enfouir par les labours qu'après un temps plus ou moins prolongé, ou bien convient-il d'enfouir le fumier immédiatement et, par conséquent, de faire succéder rapidement le labour à l'épandage? C'est à résoudre cette importante question qu'est consacré le présent mémoire.

§ 1er. — Pertes d'ammoniaque du fumier exposé a l'air.

On est dans l'habitude, dans un grand nombre de fermes, de conduire le fumier aux champs dans des charrettes dont la paroi postérieure est enlevée aussitôt qu'on arrive sur la pièce qui doit être fumée. On fait avancer l'attelage de quelques pas, puis on l'arrête, et un ouvrier placé derrière la charrette attire vers lui à l'aide d'une fourche à dents recourbées un lot de fumier; il le dispose en petits monticules; ce sont des *fumerons*. Les hommes qui ont l'habitude de ce travail l'exécutent avec une grande habileté, ils font leurs tas bien égaux, bien alignés, et savent quelles dimensions il faut leur donner pour répandre sur la pièce la fumure calculée.

Les fumerons ainsi disposés perdent certainement de l'ammoniaque; j'en ai perçu l'odeur à bien des reprises différentes

quand, à l'arrière-saison, cherchant un lièvre dans les guérets, j'abordais à *bon vent* la ligne des fumerons.

Si une observation de chasseur suffit pour affirmer que ces pertes d'ammoniaque se produisent, il faut un peu plus de rigueur pour déterminer leur étendue.

L'expérience a été disposée de la façon suivante: on a prélevé sur la plate-forme de Grignon un lot de fumier, on l'a coupé en menus fragments, on l'a soumis à l'analyse, puis on en a introduit un lot de 10 grammes dans un tube large et court, qui était parcouru par un courant d'air.

Le tube où le fumier était tassé portait deux bons bouchons de caoutchouc percés d'un trou, auquel étaient adaptés les tubes d'entrée et de sortie de l'air.

Avant d'arriver au fumier, l'air traversait un flacon à potasse caustique pour retenir l'acide carbonique atmosphérique; à la sortie du tube, l'air abandonnait à une dissolution de soude diluée et titrée l'acide carbonique provenant du fumier, et à de l'acide sulfurique, également titré, l'ammoniaque qui avait échappé à l'eau de la soude. Il était toujours nécessaire de distiller celle-ci pour y retrouver les quelques milligrammes d'ammoniaque que le courant d'air avait entraînés du tube à fumier.

Les résultats de cette expérience sont réunis dans le tableau I.

TABLEAU I. — Acide carbonique et ammoniaque dégagés du fumier soumis à un courant d'air.

Poids du fumier. . . . . 10 gr. 66
Azote ammoniacal de ce fumier. 0 032

Composition centésimale : Eau pour 100 de fumier. 74.0
— — Azote ammoniacal pour 100 de fumier.. . . . . 0.300

DATE des titrages.	TEMPS entre deux titrages	DURÉE du courant d'air.	NOMBRE de litres d'air ayant passé.	ACIDE carbonique dégagé.	AZOTE AMMONIACAL Dose dans KOH	dosé dans SO^4H^2	Total.	EAU dans le fumier.
—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Heures.	Heures.	Litres.	Millim.	Milligr.	Milligr.	Milligr.	Gram.
3 mars 1898..	10	10	50	79 2	11 7	1 4	13 1	7 89
4 — —	13	13	80	81 3	7 6	3 2	10 8	»
	Jours.							
10 — —	6	51	180	169 0	2 6	3 2	5 8	»
14 — —	4	24	80	79 2	0 9	0 8	1 7	»
22 — —	8	84	280	141 0	0	0 4	0 4	1 94
29 — —	7	72	240	40 7	0	0	0	0 13
Résumé final..		234	910	590 4	22 8	9 0	31 8	

On voit tout d'abord que le fumier employé contenait 74 p. 100 d'eau et 0.3 d'azote ammoniacal, ce qui est considérable.

Nous n'avons pas cru devoir soumettre le fumier à un courant d'air continu; nous avons au contraire interrompu à diverses reprises le courant d'air pendant plusieurs jours, de façon à recueillir, au moment où nous le rétablissions, une quantité d'acide carbonique et d'ammoniaque suffisante pour les dosages.

Dégagement d'acide carbonique. — La quantité d'acide carbonique entraînée [1] reste notable jusqu'à la fin des essais; elle va cependant en diminuant; c'est ce qui n'apparaît pas très clairement dans le tableau I parce que la durée du passage du courant d'air varie d'une observation à l'autre.

Pour mettre cette diminution en relief, nous avons calculé la quantité d'acide carbonique entraînée par un litre d'air; le mode de comparaison n'est pas très rigoureux, car on ne saurait admettre que la production de l'acide carbonique n'a eu lieu que pendant le passage du courant; mais nous n'arriverions pas à un résultat beaucoup plus net en calculant la quantité d'acide carbonique formée pendant le temps écoulé entre deux dosages, car l'instant précis où l'expérience a été mise en train n'a pas été notée régulièrement; il s'agit au reste de déterminer le sens du phénomène, et non de trouver exactement la quantité d'acide carbonique formée. Si on procède au calcul, comme nous venons de le dire, on arrive aux nombres suivants :

Acide carbonique entraîné par le passage d'un litre d'air sur 10 gr. 66 de fumier.

Numéros des observations.	Acide carbonique entraîné.
1	1 milligr. 58
2	1 — 00
3	0 — 93
4	0 — 98
5	0 — 50
6	0 — 16
Moyenne	0 milligr. 90

1. Le procédé de titrage employé est très simple ; on recueille l'acide carbonique dans une dissolution de soude caustique titrée et mesurée, on y ajoute, après que le courant d'air a passé, du chlorure de baryum qui précipite l'acide carbonique à l'état de carbonate de baryte, tandis que la soude correspondante est saturée par l'acide chlorhydrique; la diminution du titre de la soude permet de calculer aisément la quantité d'acide carbonique recueillie. HOUZEAU. *Ann. agron.* t. I, p. 201.

L'oxydation a diminué sans doute à cause de la dessiccation qu'a déterminé le passage du courant d'air; on voit, en effet, au tableau I, qu'à la fin des observations, on ne trouvait plus dans le fumier que 0 gr. 13 d'humidité, c'est-à-dire environ 4 centièmes, conditions dans lesquelles toutes les fermentations s'éteignent; mais il est visible que tant que la quantité d'eau a été sensible, les ferments ont continué d'agir puisque, à l'observation du 22 mars, où nous trouvons que le fumier renferme encore environ 43 centièmes d'humidité, la production de l'acide carbonique est encore le tiers de ce qu'elle était à l'origine.

Entraînement de l'ammoniaque. — Quand on examine le tableau n° 1, on voit quelle erreur on commettrait si on ne recherchait pas l'ammoniaque dans la dissolution de soude; au début, son eau retient la plus grande partie de l'ammoniaque entraînée, et c'est seulement à la cinquième observation, quand la quantité d'ammoniaque est devenue très faible, qu'elle échappe à la dissolution alcaline et est retenue par l'acide sulfurique; on a mis fin à l'expérience quand on n'a plus trouvé d'ammoniaque ni dans la soude, ni dans l'acide sulfurique.

Quand on fait la somme de l'ammoniaque entraînée, on trouve 31 milligr. 8; or, le fumier mis en expériences en renfermait 32 milligrammes.

On peut donc dire que le courant d'air auquel le fumier a été soumis a fini par lui enlever toute l'ammoniaque qu'il renfermait, et c'est là un point fort important.

Quand on laisse le fumier exposé à l'air, on s'expose donc à perdre toute l'ammoniaque qu'il contient; dans le cas particulier que nous avons examiné, la quantité ainsi perdue a été très considérable, puisqu'elle représente 3 millièmes du poids du fumier; or, habituellement, celui-ci contient de 5 à 6 millièmes d'azote total, c'est donc la moitié de l'azote qui est perdu; il est bien à remarquer toutefois que le fumier mis en expériences renfermait une quantité d'ammoniaque plus forte que celle qu'on dose habituellement.

Il ne faudrait pas dire que l'expérience n'est pas concluante parce qu'elle a été de trop longue durée; elle a été commencée le 3 mars et a pris fin le 29, elle a donc duré vingt-six jours, et il est clair qu'un bon cultivateur ne laisse pas volontairement ses *fumerons* si longtemps dans les pièces sans les enterrer : mais tous les

praticiens savent très bien aussi, qu'on ne fait pas toujours tout ce qu'on veut, que parfois la gelée, la pluie ou la sécheresse empêchent de labourer au moment prévu ; il est bien à remarquer, en outre, que les pertes d'ammoniaque sont très rapides. Après vingt heures de courant d'air les 3 et 4 mars, les 32 milligrammes d'ammoniaque contenus dans le fumier avaient déjà perdu 23 milligr. 8, c'est-à-dire qu'ils étaient réduits à 8 milligr. 2, les deux tiers de l'ammoniaque avaient disparu. Visiblement, c'est une très grosse faute que de laisser le fumier exposé à l'air : il faut le soustraire le plus rapidement possible à cette cause de déperdition en l'enfouissant dans le sol.

Les expériences résumées dans le tableau n° 1 conduisent, en outre, à une autre conséquence d'un haut intérêt.

Nous savons encore très mal comment l'azote de l'humus prend la forme d'ammoniaque. MM. Muntz et Condom [1] nous ont appris que les bactéries du sol étaient les agents nécessaires de cette transformation, et c'est là déjà un renseignement intéressant ; mais nous voudrions aller plus loin et comprendre quel est leur mode d'action.

On pouvait supposer tout d'abord que les bactéries ammonisantes sont des bactéries oxydantes capables de brûler la matière organique, en en formant de l'acide carbonique, de l'eau et de l'ammoniaque ; il ne semble pas qu'il en soit toujours ainsi.

En effet, tandis qu'il s'est formé 590 milligr. 4 d'acide carbonique, il ne s'est pas produit 1 milligramme d'ammoniaque ; nous n'avons recueilli que ce que nous avons introduit. Il n'en est pas de même pour l'acide carbonique, les quantités dosées ne diminuent pas régulièrement comme les quantités d'ammoniaque, ce qui aurait lieu, si cet acide avait préexisté dans le fumier. La plus grande partie de l'acide carbonique s'est formée pendant l'opération même et cette formation n'est pas accompagnée d'une production d'ammoniaque ; ainsi, dans les conditions où nous nous sommes placé, l'air, en agissant sur le fumier, n'a pas amené l'azote organique à l'état d'ammoniaque, il entraîne celle qui y existe, mais ne détermine pas la formation de nouvelles quantités.

1. *Ann. agron.*, t. XIX, p. 209.

§ II. — Changements qui surviennent dans la teneur en ammoniaque du fumier exposé a un courant d'air ozoné, d'air normal se dégageant librement ou d'air normal traversant une couche de terre.

Nous avons répété l'expérience précédente en opérant autrement que nous ne l'avions fait la première fois.

Le poids du fumier employé a été plus considérable, 100 grammes au lieu de 10; en outre, le fumier mis en expériences était moins chargé d'ammoniaque que celui de l'expérience précédente; il renfermait seulement par kilo 0 gr. 863 d'azote ammoniacal au lieu de 3 grammes. Dans l'un des essais, nous avons fait agir sur ce fumier de l'air chargé d'ozone; en effet, l'air de la campagne en contient souvent; il y a plus de quarante ans que M. Houzeau, de Rouen, l'a établi et qu'il a montré que l'ozone brûle l'ammoniaque et en fait des composés nitreux; il était donc intéressant de voir comment cet ozone agirait sur le fumier.

Nous avons, en outre, dirigé sur le fumier un courant d'air normal, et cette expérience ne fait que répéter celle qui est résumée au tableau I; mais dans un troisième essai, nous avons forcé l'air sortant du tube à fumier à traverser une couche de terre, avant d'arriver aux liquides absorbants, afin de savoir si cette terre retiendrait bien l'ammoniaque et si, par conséquent, les pertes d'un fumier enterré se restreignaient d'une façon sensible.

Nous ne nous sommes pas astreint, dans le nouvel essai, à recueillir l'acide carbonique, nous avons concentré notre attention sur l'azote; aussi le fumier a-t-il été analysé au début et à la fin des essais, de façon à constater les changements survenus dans sa teneur en azote ammoniacal et en azote organique,

Les lots de 100 grammes de fumier ont été placés dans ces éprouvettes verticales, dites appareils à dessiccation, employées dans tous les laboratoires pour purifier les gaz, en les faisant passer au travers de longues colonnes de ponce sulfurique ou potassée. Le courant d'air entrait par la tubulure inférieure, s'élevait dans la couche de fumier qui présentait une hauteur de 15 centimètres environ, puis était dirigé vers des boules de Warentrapp renfermant de l'acide sulfurique titré.

L'éprouvette n° 1, était parcourue par de l'air qui avait passé

au travers d'un tube à effluves de M. Berthelot; l'éprouvette n° 2 recevait de l'air normal; enfin, dans l'appareil n° 3, le fumier était recouvert d'une couche de terre de 15 centimètres environ.

Le fumier mis en expériences renfermait dans 100 grammes:

	milligr.
Azote ammoniacal.	86 3
Azote organique.	450 7
Azote total.	537 0

L'expérience a duré quatorze jours consécutifs; elle a donné les résultats suivants :

TABLEAU II. — Déperdition de l'ammoniaque du fumier soumis à l'action d'un courant d'air.

DISPOSITION de l'expérience.	DURÉE de l'expérience.	VOLUME de l'air passé.	AZOTE ammoniacal entraîné.	AZOTE ammoniacal entraîné p. 100 de l'azote ammoniacal primitif.
	Jours.	Litres.	Milligr.	
Air ozoné.	14	1.585	37 3	43 3
Air normal.	14	1.585	42 2	48 7
Air normal (le fumier est recouvert de terre).. . . .	14	1.585	3 4	3 9

La perte d'ammoniaque, bien que très sensible, est moindre que dans l'expérience précédente, puisque dans l'air normal, où elle atteint son maximum, elle ne s'élève pas à la moitié du poids total de l'ammoniaque primitive.

Dans l'expérience résumée au tableau n° I, 910 litres d'air ont passé sur 10 grammes de fumier, ou 91 litres sur 1 gramme ; dans la seconde, 1,585 litres sur 100 grammes ou 15 lit. 85 sur 1 gramme; on voit que plus la ventilation est forte et plus la perte est grande; d'où il faut conclure que la déperdition d'ammoniaque sera d'autant plus réduite que l'exposition à l'air sera moins prolongée.

Le point sur lequel il convient d'insister, c'est que la terre humide retient très bien l'ammoniaque, que, par suite, les entraînements qui se produisent quand le fumier est exposé à l'air cessent quand ce fumier est enterré.

Quant à l'air ozoné, son influence sur l'entraînement de l'ammoniaque ne diffère pas sensiblement de celle de l'air normal; on n'a pas trouvé de nitrates dans le fumier soumis à son action.

§ III. — Pertes d'azote total du fumier exposé a l'air.

Nous avons indiqué dans le tableau précédent la composition du fumier mis en expériences; on conçoit facilement qu'en soumettant à l'analyse le fumier contenu dans les trois éprouvettes, il nous ait été facile de savoir si la combustion que détermine le courant d'air, et qui se traduit par le dégagement constant d'acide carbonique, détermine un dégagement d'azote à l'état libre. Cette hypothèse méritait d'être soumise au contrôle de l'expérience. En effet, le fumier renferme des hydrates de carbone, tels que la cellulose, qui n'est jamais détruite complètement pendant la fermentation anaérobie qui la transforme en méthane et acide carbonique; on trouve encore dans le fumier la gomme de paille, qui ne se brûle pas non plus tout entière pendant la fermentation aérobie qui porte jusqu'à 60 degrés la température du tas; il était donc possible que le dégagement de l'acide carbonique fût dû à cette combustion des hydrates de carbone, que la matière organique azotée, que nous avons vue ne pas produire d'ammoniaque échappât à cette combustion, et que la quantité d'azote organique constatée après le courant d'air fût égale à celle qu'on avait trouvée au début.

Les résultats des dosages sont réunis dans le tableau III.

TABLEAU III. — Déperdition de l'azote total du fumier soumis à l'action d'un courant d'air normal ou ozoné.

DISPOSITION de l'expérience.	DURÉE de l'expérience.	QUANTITÉ d'air passé.	AZOTE total primitif du fumier.	AZOTE total retrouvé dans le fumier.	AZOTE total disparu.	AZOTE total disparu p. 100 d'azote primitif.
	Jours.	Litres.	Milligr.	Milligr.	Milligr.	
Air ozoné	14	1.585	537	396	141	26 4
Air normal	14	1.585	537	413	124	23 2
Air normal (le fumier est recouvert de terre)	14	1.585	537	416	121	22 7

Le fumier qui est resté exposé à l'action de l'air pendant quatorze jours a perdu près du quart de l'azote primitif qu'il renfermait; la perte est plus forte quand l'air qui passait sur le fumier renfermait de l'ozone que lorsqu'il en était privé.

Avant de discuter les résultats précédents, il importe de savoir à quel état l'azote s'est échappé; nous avons vu dans le tableau II quelle quantité d'azote ammoniacal a été recueillie par les réactifs absorbants. Nous pourrons donc, en retranchant de la perte totale celle qui s'est produite à l'état d'ammoniaque, constater celle qui a eu lieu à l'état libre, car nous nous sommes assuré que notre fumier ne renfermait pas une trace de nitrate. Le dégagement d'ammoniaque du fumier ne peut pas être calculé dans le cas où il était recouvert de terre, de telle sorte que le tableau IV ne comporte que deux expériences.

TABLEAU IV. — Déperdition à l'état libre de l'azote du fumier exposé à l'action d'un courant d'air normal ou d'air ozoné.

DISPOSITION de l'expérience.	DURÉE de l'expérience.	NOMBRE de litres d'air passé	AZOTE total primitif.	AZOTE retrouvé dans le fumier.	AZOTE retrouvé dans les absorbants.	AZOTE total retrouvé.	AZOTE perdu à l'état libre.	AZOTE perdu à l'état libre pour 100 d'azote primitif.
	Jours.	Litres.	Milligr.	Milligr.	Milligr.	Milligr.	Milligr.	
Air ozoné.. . .	14	1585	537	396	37 3	433 3	103 7	19 3
Air normal.. .	14	1585	537	413	42 2	455 2	81 8	15 2

On voit qu'en ajoutant à l'azote contenu dans le fumier celui qu'on a retrouvé dans les absorbants, on obtient une somme bien inférieure au nombre représentant l'azote primitif du fumier. L'azote ne se présentant pas sous forme de nitrates s'est certainement dégagé à l'état libre.

La combustion qui prend naissance dans le fumier exposé à l'air et qui s'accuse par le dégagement de l'acide carbonique, porte donc, partiellement au moins, sur la matière organique azotée; cette combustion n'amène pas l'azote de cette matière à l'état d'ammoniaque, mais bien à l'état libre.

La déperdition à l'état libre est du cinquième au sixième de l'azote total du fumier, mais il faut y ajouter la perte d'ammoniaque; si on retranche de l'azote primitif celui qui reste dans le fumier, on trouve que l'air ozoné a entraîné 141 milligrammes d'azote total ou 26.4 p. 100 de l'azote total, plus du quart par conséquent de l'azote primitif; l'air normal a entraîné seulement 124 milligrammes, c'est-à-dire 22.9 p. 100 de l'azote primitif; l'air ozoné, qui a une action oxydante plus énergique que l'air normal, a déterminé une perte plus forte. Ces observations présentent un

haut intérêt pour la pratique agricole; nous y reviendrons à la fin de ce mémoire, quand nous aurons discuté un dernier point d'ordre purement scientifique, mais qui nous a paru mériter cependant une étude spéciale.

§ IV. — La décomposition de la matière azotée du fumier avec dégagement d'azote libre est due a l'action des ferments.

Pour le démontrer, j'ai soumis à un courant d'air du fumier porté pendant deux heures à la température de 120 degrés, de façon à tuer ses ferments, puis j'ai cherché si la quantité d'azote organique contenue dans le fumier avait diminué comme elle le fait dans du fumier normal.

Il ne pouvait être question de déterminer rigoureusement l'influence qu'avait la stérilisation sur la déperdition de l'ammoniaque ; en effet, pendant le séjour du fumier à l'autoclave, une partie du carbonate d'ammoniaque devait fatalement se dissiper; et, en effet, un lot de 42 gr. 84 de fumier contenant 32 milligr. 1 d'azote ammoniacal, n'en contenait plus, après son séjour à l'autoclave, que 16 milligr. 8: près de la moitié avait donc disparu.

Il n'y aura pas lieu d'attacher grande importance au dosage de l'ammoniaque dans le fumier stérilisé après qu'il aura été exposé à l'action du courant d'air.

L'expérience a porté sur un lot de fumier de 55 gr. 67 qui présente la composition suivante :

Matière sèche p. 100.	34.0
Azote ammoniacal p. 100..	0.062
Azote organique pour 100 de matière sèche. . .	2.86

En rapportant ces nombres aux 55 gr. 57, on trouve :

Matière sèche.	18 gr. 9
Azote ammoniacal.. . . .	34 milligr. 4
Azote organique	540 — 0

Le fumier fut porté à l'autoclave dans le tube même qui devait être traversé par le courant d'air. Après l'avoir laissé refroidir, on y fit passer de l'air, on recueillit, à la sortie du tube, l'acide carbonique et l'ammoniaque dans des dissolutions de soude caustique et d'acide sulfurique dilué.

Le courant d'air fut d'abord maintenu pendant quarante-sept heures; on procéda alors aux dosages et on trouva qu'il s'était dégagé :

Acide carbonique.	20 milligr. 5
Azote ammoniacal.. . . .	2 — 7

On continua ensuite le courant d'air pendant cinq jours, et à ce moment on mit fin à l'expérience; on trouva dans les liquides absorbants :

Acide carbonique.	14 milligr. 5
Azote ammoniacal	5 — 5

Si on se reporte au tableau I, on voit que 10 gr. 66 de fumier normal ont abandonné au courant d'air 23 milligr. 8 d'acide carbonique en vingt-trois heures, soit pour 100 grammes 224 milligr. 3, tandis que les 55 gr. 57 ont donné seulement 20 milligrammes, soit pour 100 grammes 55 milligrammes, bien que la durée de l'observation ait été de quarante-sept heures au lieu de vingt-trois.

C'est un fait bien connu, au reste, que dans le fumier stérilisé la combustion s'affaiblit beaucoup; je l'ai observé depuis longtemps et M. Wolny l'a reconnu également.

Pour terminer l'expérience, on a déterminé la composition du fumier contenu dans le tube; il ne pesait plus que 50 gr. 66, mais on y a trouvé le même poids de matière sèche, 18 gr. 9.

Le dosage de l'azote ammoniacal a donné 10 milligr. 1 ; on en avait retrouvé 8 milligr. 2 dans les liquides absorbants; et comme il en existait primitivement 34 milligr. 4, il faut en conclure que les 16 milligrammes manquant ont dû disparaître pendant le séjour du fumier dans l'autoclave où il a été stérilisé, et en effet nous avons trouvé pour l'expérience préliminaire une perte analogue à celle que nous constatons à la fin de cette expérience.

Quant au dosage de l'azote organique, il donne 535 milligrammes, nombre très voisin des 540 milligrammes trouvés à l'origine; ainsi 100 milligrammes d'azote organique du fumier stérilisé ont perdu 0 milligr. 92, tandis que 100 milligrammes d'azote organique ont perdu 19.3 dans un cas et 15.2 dans l'autre quand le courant d'air a passé sur du fumier contenant encore ses ferments.

Il devient donc évident qu'il existe, dans le fumier, des bactéries aérobies qui portent l'oxygène de l'air sur la matière orga-

nique azotée et la décomposent complètement, amenant le carbone à l'état d'acide carbonique et dégageant l'azote à l'état libre.

Je me permettrai de faire remarquer que c'est dans mon mémoire de 1884 qu'a été établi que la décomposition de la cellulose en méthane et acide carbonique, constante dans la partie moyenne du tas de fumier, est due à une action microbienne.

J'ai reconnu également dans ce mémoire que la combustion qui s'établit dans le fumier et y porte la température jusqu'à 60 degrés est due encore à une fermentation ; elle s'éteint aussitôt que le fumier est stérilisé. J'ajoute aujourd'hui que cette fermentation aérobie est assez active non seulement pour transformer le carbone de la matière organique en acide carbonique, mais en outre pour dégager l'azote à l'état libre.

Ce dégagement, observé pour la première fois par Reiset, ne l'a pas été par M. Schlœsing, sans doute parce que dans les conditions où il s'est placé, la fermentation aérobie n'a pu s'établir ; mais il est probable qu'elle est entrée en jeu dans les expériences où MM. Muntz et Girard, d'une part[1], M. Joulie, de l'autre, ont observé d'énormes déperditions d'azote.

Il existe donc dans le fumier des bactéries exerçant des actions très diverses ; à l'air, elles brûlent la matière organique, en font de l'acide carbonique et en dégagent l'azote ; à l'air encore, mais plus facilement à l'abri de l'oxygène, les bactéries que la paille apporte au fumier réduisent les nitrates, ainsi que M. Bréal l'a observé le premier; ce sont ces bactéries qui ont provoqué, il y a quelques années, les singulières conclusions auxquelles étaient arrivés MM. Wagner et Mœrcker, en Allemagne, M. Grandeau, en France, quand ils ont voulu introduire des acides dans le fumier.

J'ai montré[2] que cette réduction des nitrates ne se produisait dans le sol que lorsque le fumier y était introduit en quantités énormes, impossibles à employer dans la pratique, et, récemment, M. Warrington[3] a établi que pour voir fonctionner ces bactéries réductrices des nitrates, il fallait qu'elles trouvassent dans le sol des conditions qui ne s'y rencontrent que bien rarement.

Quoiqu'il en soit, il est établi aujourd'hui que presque toutes les transformations que subit le fumier sont dues à des bactéries,

1. *Ann. agron.*, t. XIX, p. 5.
2. *Ann. agron.*, t. XXIII, p. 49.
3. Ce volume, p. 145.

et que s'il en est qui favorisent la fabrication entreprise, il en est d'autres dont la puissance oxydante peut devenir nuisible, et que, pour se mettre à l'abri des déperditions d'azote qu'elles sont capables de déterminer, il faut soustraire le fumier à l'action de l'air.

§ V. — Conséquences pratiques.

Les expériences précédentes démontrent que le fumier exposé à l'air perd ;

1° Tout ou partie de l'ammoniaque qu'il renferme ;

2° Une fraction importante de son azote organique.

On en déduit que lorsque le fumier est éparpillé sans soins dans la cour de ferme, qu'il n'est pas tassé et que la fermentation productrice d'acide carbonique ne s'y établit pas, il perd une fraction plus ou moins forte du plus important, du plus coûteux de ses éléments.

Il ne faudrait pas croire qu'un fumier maintenu sous les animaux ne subit aucune perte, parce qu'on ne perçoit pas, en pénétrant dans le local où il séjourne, une forte odeur d'ammoniaque, puisque l'expérience nous enseigne que parfois l'azote se dégage à l'état libre, forme sous laquelle il ne répand aucune odeur capable de dévoiler son dégagement.

Dans quelles conditions faut-il se placer pour éviter les pertes d'azote à l'état libre ? Ces pertes se produisent-elles, même dans le tas de fumier, au moment où la fermentation aérobie, qui élève la température jusqu'à 60 degrés, est en pleine activité ? Nous l'ignorons encore, les expériences entreprises pour décider ce point particulier n'étant pas encore terminées, mais nous pouvons toujours tirer parti des faits bien établis pour donner aux praticiens quelques indications utiles.

Fumure en couverture. — Il y a une quarantaine d'années, quand on n'avait d'autre engrais que le fumier, on en était réduit à fumer en couverture quand les intempéries avaient empêché de conduire sur les pièces le fumier en temps utile pour l'enterrer. Je crois qu'aujourd'hui où nous avons des engrais de commerce à bon compte, ce mode de fumure doit être abandonné ; en effet, nous venons de voir que le fumier exposé à l'air perd rapidement son ammoniaque et même une fraction de son azote organique ;

le répandre dans les champs, où il reste exposé à l'air pendant toute la saison, c'est le gaspiller à plaisir; il est certain que dans ces conditions le fumier n'exerce qu'une action fertilisante infiniment plus faible que lorsqu'il est enterré. Il vaut infiniment mieux forcer un peu la dose de nitrate de soude ou de sulfate d'ammoniaque que d'employer le fumier dans des conditions aussi désavantageuses.

Epandage par la méthode des fumerons. — Je crois également que la disposition du fumier en fumerons qui restent plusieurs jours en place avant d'être éparpillés et enterrés par la charrue, doit être abandonnée.

Les pertes d'ammoniaque et d'azote libre sont, comme nous venons de le voir, inévitables quand les fumerons restent exposés à l'air; en outre, si la pluie survient, les fumerons sont lavés, et les eaux qui les ont traversés s'infiltrent dans les terres sous-jacentes, qui reçoivent ainsi une fumure exagérée; aussi, au premier printemps, voit-on les plantes qui croissent sur ces places à fumier présenter une couleur vert foncé et une vigueur infiniment supérieure à celle des voisines.

Ces inégalités dans l'aspect des cultures déplaisent aux praticiens soigneux, et ils ont bien raison de les craindre, car il arrive souvent que le blé ou l'avoine des places où le fumier a séjourné versent, que les betteraves deviennent énormes, se chargent d'eau et de nitrates et ne présentent qu'une médiocre valeur; la méthode des fumerons présente donc de graves inconvénients, et, à mon avis, on fera bien d'y renoncer toutes les fois qu'on le pourra.

Le procédé qu'il convient d'employer est le suivant : on conduira sur les mêmes pièces, et ensemble, la charrette à fumier et la charrue; les hommes déchargeront le fumier en le tirant constamment de la voiture; il sera étendu de façon que la charrue puisse immédiatement l'enterrer. S'il passe ainsi directement de la plateforme à la terre, sans séjourner à l'air, il ne subira plus que des pertes insignifiantes.

Je ne crois pas que le mode d'opérer que je viens d'indiquer soit difficile à employer, et, en effet, il est mis en pratique par nombre de cultivateurs habiles, que leur finesse d'observation a conduits à devancer les indications des laboratoires; et, en outre, on conçoit très bien que, la plupart du temps, si la terre est

apte à porter les chariots qui apportent le fumier, elle peut être labourée.

Il n'en est pas toujours ainsi dans nos régions de l'Est, où l'on conduit le fumier sur les terres durcies par la gelée, qui, naturellement, ne peuvent être labourées; si, dans ces conditions exceptionnelles, le fumier reste fatalement exposé à l'air pendant quelque temps et, par suite, subit des pertes sensibles, il n'en était pas moins utile d'indiquer comment on doit opérer toutes les fois que cela sera possible. Les travaux de la culture sont toujours subordonnés aux conditions climatériques ; on est bien loin de les exécuter tous, quand et comme on voudrait, mais il est bon que le cultivateur sache comment il doit conduire ses opérations, afin d'éviter les pertes qu'entraîne parfois l'ignorance où il se trouve encore des causes qui les déterminent. On l'a dit depuis longtemps : Un bon averti en vaut deux.

Je me fais un plaisir, en terminant, de remercier M. Dupont, chimiste de la station agronomique de Grignon, de l'aide qu'il m'a prêtée pour l'exécution des expériences exposées dans ce mémoire.

FORMATION DES MATIÈRES ALBUMINOÏDES
DANS LES PLANTES
PAR RÉDUCTION DES NITRATES

PAR
M. Alexandre HÉBERT,
Lauréat de l'Institut.

I. — Historique.

On admet généralement aujourd'hui que les matières azotées du sol ne sont guère absorbées par les végétaux qu'après avoir été amenées à l'état de nitrates. Ces derniers pénètrent dans les racines par l'intermédiaire des poils absorbants et sont transportés ensuite dans tous les organes de la plante.

On a d'ailleurs retrouvé ces nitrates en nature dans les tissus des végétaux.

Les mémoires relativement récents de MM. Berthelot et André

sur la présence universelle des nitrates dans le règne végétal[1] doivent être placés en tête de ce rapide aperçu. Les savants auteurs ont caractérisé l'azote nitrique dans tous les types de plantes, chez les Dicotylédones et les Monocotylédones, terrestres ou aquatiques, chez les espèces annuelles ou vivaces, dans les arbres même. D'autres auteurs ont également retrouvé les nitrates dans les plantes. Schulze[2], Molisch[3], Kreusler[4] les ont décelés dans les potirons et les pommes de terre; Franck[5], Serno[6], Kinoschita[7] ont montré que les végétaux absorbent les nitrates et les transforment au fur et à mesure de leurs besoins; Pagnoul[8] trouva que l'azote nitrique abondant dans les végétaux herbacés va en diminuant dans les organes supérieurs. Capus a fait, il y a déjà longtemps[9], une excellente étude sur la répartition et la migration des nitrates dans les tissus de la plante; nous rappellerons les constatations faites à bien des reprises différentes, de la présence des nitrates dans les grosses racines de betteraves[10], dans les sorghos[11]; dans les racines du blé, surtout pendant l'hiver[12] enfin, nous terminerons ce rapide historique, en citant l'expérience si élégante de M. Arnaud, qui consiste à plonger une tige d'ortie fraîchement coupée dans une solution de chlorhydrate de cinchonamine[13]. En présence des nitrates contenus dans le végétal, une double décomposition se produit et du nitrate de cinchonamine insoluble cristallise sur la tige d'ortie.

L'absorption des nitrates par les plantes et l'existence de ces composés dans les tissus végétaux est donc parfaitement démontrée. Mais on n'est pas fixé sur les transformations ultérieures que subissent ces nitrates; on ne connaît jusqu'ici d'une manière

1. *Ann. Chim. Phys.*, 6e série, t. VIII, p. 5.
2. *Biedern. Centralbl.*, 1886, p. 47.
3. *Ann. agron,*, t. XIII, p. 431.
4. *Ann. agron.*, t. XIII, p. 430.
5. *Ann. agron.*, t. XIV, p. 381.
6. *Ann. agron.*, t. XVI, p. 279.
7. *Ann. agron.*, t. XXII, p. 443.
8. *Ann. agron.*, t. XXII, p. 540.
9. *Ann. agron.*, t. XII, p. 24.
10. *Ann. agron.*, t. XVIII, p. 386.
11. *Ann. agron.*, t XXV, p. 461 et t. VII, p. 73.
12. *Ann. agron.*, t. XX, p. 561.
13. *Ann. agron.*, t. XIX, p. 401.

certaine que les termes ultimes de ces transformations qui ne sont autres que les albumines végétales. Un grand nombre de recherches ont été entreprises pour déterminer le mécanisme de la formation des substances azotées et diverses théories ont été émises à ce sujet. Ce sont ces travaux et ces théories que nous voudrions rappeler ici en y ajoutant quelques études personnelles qui pourront peut-être contribuer à éclairer la question.

II. — La constitution des albuminoïdes.

Avant d'entrer dans la discussion de la formation des matières azotées dans les plantes, nous devons étudier, au moins d'une façon sommaire, les termes de départ et d'arrivée de ces substances. Nous n'avons rien à dire des nitrates dont la composition est simple et connue depuis longtemps, mais il est nécessaire pour comprendre les modes possibles de formation des albuminoïdes de nous faire une idée de leur constitution; aussi voudrions-nous exposer rapidement les connaissances acquises à cet égard.

Rappeler les travaux sur les albuminoïdes, c'est rappeler les recherches magistrales de Paul Schützenberger qui a déployé dans leur étude une patience, une sagacite, une persévérance qui ont réussi à dissiper l'obscurité qui régnait sur la constitution de ces substances. C'est donc le résumé des recherches de ce savant éminent que nous allons passer en revue, en y ajoutant les compléments apportés depuis par d'autres auteurs, au premier rang desquels on doit citer M. Armand Gautier.

Ce sont les phénomènes d'hydratation qui ont permis à Schützenberger de déterminer la constitution des albuminoïdes; soumises à l'action d'une solution d'hydrate de baryum dans des conditions convenables, les albumines se transforment en principes cristallisables et définis. Cette réaction s'effectue dans un cylindre creux, foré dans un bloc d'acier fondu, à parois internes bien dressées et polies. Le cylindre est fermé par un bouchon en acier fortement appliqué par l'intermédiaire d'un étrier en fer forgé et d'une vis de pression; le joint est rendu hermétique au moyen d'une rondelle en plomb placée entre le cylindre et le bouchon. On introduit dans cet autoclave 100 parties d'albumine sèche, 500 parties d'eau et 300 d'hydrate de baryte et on chauffe au bain d'huile à 200 degrés pendant cinquante heures. On laisse

alors refroidir et on procède à l'ouverture de l'appareil; il se dégage un peu d'hydrogène et on trouve dans l'intérieur un produit insoluble et une liqueur claire que l'on sépare par le filtre et dont on détermine les compositions. On caractérise :

	gr.
1° Dans le produit insoluble :	
du carbonate de baryum répondant à une teneur en acide carbonique de	2 74
de l'oxalate de baryum correspondant à une teneur en acide oxalique de	7 45
2° Dans la liqueur claire :	
Une proportion d'ammoniaque égale à	4 98
Une proportion d'acide acétique égale à	4 92
Une proportion de tyrosine égale à	3 50
Un résidu fixe de	94 »
	117 59

Remarquons que cette première partie de la décomposition de l'albumine correspond bien à une hydratation, puisque l'on est parti d'une quantité de 100 grammes d'albumine sèche et que les produits de transformation obtenus possèdent un poids de 117 gr. 59; il y a eu fixation de 17 gr. 59 d'eau.

Nous savons donc maintenant que les albuminoïdes renferment dans leur molécule des groupes dont la constitution correspond à celle des acides carbonique, oxalique, acétique, à celle de l'ammoniaque et enfin de la tyrosine, toutes substances bien étudiées et bien connues. Cherchons maintenant à déterminer la composition du résidu fixe qui constitue la partie la plus importante des produits de la réaction de l'hydrate de baryte sur l'albumine.

Le traitement par l'alcool, puis la concentration et la cristallisation des liqueurs laissent déposer des leucines ou amines acides parmi lesquelles dominent surtout les acides amidocaproïque et amidovalérique.

Les solutions sirupeuses séparées de ces corps sont évaporées, puis reprises par l'alcool bouillant qui en dissout une partie. Cette portion est composée de substances solubles même dans l'alcool concentré froid, de saveur sucrée, de formule générale $C^nH^{2n}Az^2O^4$ et que Schützenberger a désignées sous le nom de glucoprotéines-β.

Le résidu insoluble dans l'alcool est composé d'acides particuliers de formules générales $C^mH^{2m}Az^2O^4$ et $C^mH^{2m-2}Az^2O^4$ et qui

ont été appelés respectivement acides hydroprotéiques et acides protéiques.

D'après ces recherches, Schützenberger avait pu fixer les différents groupes qui, par leur réunion, constituaient la molécule d'albumine. Il convenait alors de déterminer leur mode d'assemblage; M. Armand Gautier s'est attaché depuis à résoudre la question.

Sans vouloir entrer dans les discussions intéressantes, mais ardues, de la constitution exacte de l'albumine, tirée de ses produits d'hydratation, nous indiquerons seulement les conclusions qu'en tire M. Armand Gautier : L'albumine semble être formée d'un noyau central, constitué par de la tyrosine (ou plus exactement par de l'hexahydrotyrosine), auquel seraient fixés quatre groupes renfermant les radicaux de l'oxamide et de l'urée et dont les chaînons donneraient naissance par hydrolyse aux glucoprotéines et aux acides protéique et acétique.

On n'a pas parlé, dans cet exposé, du soufre que l'albumine renferme toujours à la dose de 1,7 p. 100 environ, et qui, pendant le dédoublement, passe à l'état de sulfure, de sulfite ou même de sulfate; M. A. Gautier admet que ce soufre remplace dans les albuminoïdes une quantité équivalente d'oxygène.

Un grand nombre de diverses albumines animales ou végétales ont été étudiées de la sorte par Schützenberger; les dérivés obtenus ont été parfois un peu différents; la différence de ces dérivés indique de légères variantes dans la composition des radicaux qui entrent dans la constitution des diverses substances protéiques, mais celles-ci n'en gardent pas moins la structure générale des albuminoïdes telle qu'elle vient d'être indiquée.

Telle est, en résumé, l'histoire de la constitution des matières albuminoïdes que nous avions besoin de connaître pour exposer les principales théories émises pour expliquer leur formation dans les végétaux.

III. — Influence de la lumière sur la formation des albuminoides dans les plantes.

Une fois les nitrates assimilés par les plantes, à la suite de quels concours ces corps peuvent-ils se transformer en albuminoïdes? On admet, d'une façon générale, que cette transformation ne peut

avoir lieu à l'obscurité et que la lumière est indispensable ; la solution, comme on va le voir, ne peut plus guère faire de doute. En revanche, un point beaucoup plus discuté est celui de la nécessité de la chlorophylle pour produire la réduction de ces mêmes nitrates.

Nous allons passer rapidement en revue les travaux qui ont été exécutés pour découvrir l'influence de ces facteurs sur la formation des albuminoïdes chez les végétaux, en nous arrêtant cependant un peu plus longuement sur l'étude très complète qu'on doit à MM. Laurent, Marchal et Carpiaux.

En 1879, M. Pagnoul publia, dans les travaux de la station agronomique du Pas-de-Calais [1], diverses expériences sur la culture de la betterave et montra, le premier, qu'au soleil les nitrates étaient transformés en matières azotées organiques dans les feuilles. Des dosages analogues exécutés plus récemment [2] lui permirent de constater que les nitrates ne paraissent pas atteindre les feuilles des arbres (lilas, tilleul), que si ces corps sont abondants dans les végétaux herbacés, ils vont en diminuant dans les organes supérieurs, tandis que l'azote total augmente (rhubarbe, mauve). Somme toute, la transformation paraît s'effectuer dans les organes végétaux les plus insolés et les plus riches en chlorophylle.

MM. Berthelot et André, dans leur mémoire précédemment cité, arrivèrent aux mêmes conclusions et constatèrent que les nitrates, qu'ils trouvaient en abondance dans les tiges, disparaissaient dans les feuilles pour faire place aux matières albuminoïdes.

Il y a quelques années, Frank et Otto [3] ont vu s'accumuler l'asparagine dans les feuilles des plantes pendant le jour. Cette asparagine provenant peut-être de la réduction des nitrates, celle-ci s'effectuerait donc en présence de la lumière.

Cependant Kinoshita a constaté depuis [4], en opérant sur l'orge et le maïs, que la transformation des sels ammoniacaux par ces plantes ne dépendait aucunement de la lumière solaire et il émit la même hypothèse à l'égard des nitrates. Admettre cette manière

1. *Ann. agron.*, t. V, p. 481 et t. VII, p. 5.
2. *Ann. agron.*, t. XXII, p. 540.
3. *Berichte d. deutsch. bot. Gesellsch.*, t. IX, 1890.
4. *Bull. Coll. of Agriculture*, Tokio, 1895.

de voir serait un peu prématuré car les recherches des autres agronomes paraissent la contredire.

M. Schlœsing fils a affectué[1] sur la question qui nous occupe quelques expériences fort intéressantes. Cultivant en atmosphère confinée renfermant de l'acide carbonique des végétaux qu'il nourrissait avec des nitrates, il a déterminé le rapport de l'acide carbonique disparu à l'oxygène apparu soit pendant la vie totale des plantes, soit pendant diverses périodes de leur existence. Il a trouvé pour le cresson et la houque laineuse que le rapport $\frac{CO^2}{O}$ pour la vie entière du végétal s'élevait à 0,75 et 0,82. Pour la houque laineuse, ce même rapport, déterminé pendant un certain nombre de périodes, variait de 0,87 à 0,91. Or, il entre dans la composition de la matière organique du végétal une quantité d'hydrogène plus grande que celle qui, avec l'oxygène dosé, pourrait former de l'eau; d'autre part, si MM. Dehérain et Maquenne[2], en opérant sur des organes végétaux soumis au seul phénomène de respiration, ont constaté que le rapport de l'acide carbonique apparu à l'oxygène disparu était parfois supérieur à l'unité, il est souvent égal à l'unité et parfois plus petit et comme on sait enfin d'après les travaux de Boussingault que pendant la décomposition de l'acide carbonique par les feuilles il apparaît un volume d'oxygène précisément égal à celui de l'acide carbonique disparu, il faut pour que $\frac{CO^2}{O}$ surpasse l'unité qu'une matière oxygénée soit réduite, et il semble que cette matière soit l'acide azotique.

M. Schlœsing aurait pu d'ailleurs exécuter une expérience complémentaire en nourrissant des plantes avec des sels ammoniacaux. Les analyses lui auraient alors montré si on retombait sur les mêmes résultats et si l'excès d'oxygène qu'il a observé provenait bien de la réduction des nitrates.

Quoi qu'il en soit, on peut conclure de son très intéressant travail que la réduction des nitrates semble s'effectuer par l'action chlorophyllienne et naturellement sous l'influence de la lumière solaire.

Schimper, dans une étude sur la formation de l'oxalate de

1. *Ann. agron.*, t. XIX, p. 181.
2. *Ann. agron.*, t. XII, p. 145.

chaux dans les feuilles vertes[1], a reconnu incidemment que l'assimilation de l'azote des nitrates se faisait dans les feuilles des végétaux et dépendait de la lumière et de la fonction chlorophyllienne.

En 1894, M. Sapoznikow[2] a constaté dans les feuilles vertes la formation des matières azotées concurremment avec celle des hydrates de carbone. Des feuilles dont une moitié était analysée étaient plongées par leurs pétioles dans une solution nutritive minérale; on les faisait vivre à la lumière ou à l'obscurité et on les analysait à nouveau. On a vu ainsi la production simultanée des hydrates de carbone et de matières azotées par suite des phénomènes d'assimilation. L'auteur conclut de ses expériences que le produit de l'assimilation est constitué par des matières azotées et que les hydrates de carbone ne sont que des produits de dédoublement secondaires. Mais, ainsi que le fait remarquer M. Mangin[3], au sujet du mémoire de M. Sapoznikow, on est tout aussi fondé à croire le contraire d'après les résultats mêmes de l'auteur. Le produit immédiat de l'assimilation serait constitué par les hydrates de carbone, et les matières azotées seraient dues à une synthèse ultérieure suivant de si près l'assimilation qu'elle paraît se confondre avec elle.

La présence de la lumière, l'intensité de la décomposition ne semblent pas avoir d'influence sur cette synthèse secondaire, car dans une atmosphère riche en acide carbonique, on trouve une augmentation de richesse en hydrates de carbone tandis que la quantité de matières azotées demeure stationnaire.

L'année dernière, M. Em. Godlewski, voulant vérifier les conclusions de Schimper, effectuait un très intéressant travail sur la formation des albuminoïdes dans les plantes par réduction des nitrates[4]; il cultivait dans une solution nutritive pourvue de nitrates, à la lumière ou à l'obscurité, des sujets pauvres en protéine et riches en hydrates de carbone en excluant complètement l'influence de l'assimilation de l'acide carbonique, c'est-à-dire en opérant dans l'air dépouillé de ce gaz. A la fin de l'expé-

1. *Botan. Zeitung*, 1888.
2. *Eiweisstoffe und Kohlenhydrate der grünnen Blätter als Assimilations Producte.* Tomsk, 1894.
3. *Revue générale des Sciences*, 1896, p. 440.
4. *Ann. agron.*, t. XXIII, p. 310.

rience, on constatait s'il y avait eu ou non accroissement de matières azotées. En opérant sur du blé, M. Godlewski a été amené aux conclusions suivantes :

1° Le blé, cultivé sur des solutions nitratées, accumule les nitrates dans ses tissus à l'obscurité et à la lumière ; 2° la formation des matières protéiques aux dépens des nitrates n'est pas en relation directe avec le processus d'assimilation, c'est-à-dire avec les phénomènes chlorophylliens, mais elle exige la présence de la lumière ; 3° il se forme d'abord dans la plante des composés organiques azotés non protéiques qui peuvent prendre naissance même à l'obscurité ; ces composés se transforment ensuite en albuminoïdes et ce changement ne s'opère qu'à la lumière.

Enfin, à peu près à la même époque que le travail que nous venons de citer, paraissait un mémoire important de MM. Laurent, Marchal et Carpiaux [1], qui se proposaient d'élucider la question de la production de matière organique azotée aux dépens de l'ammoniaque et de l'acide nitrique. A cet effet, les auteurs ont réalisé les expériences suivantes :

1° Des feuilles vertes de betteraves ont été exposées à la lumière sous des écrans absorbants de diverses couleurs, constitués par des cloches à double paroi renfermant soit de l'eau distillée, soit du bichromate de potasse, soit enfin du sulfate de cuivre ammoniacal ; les pétioles des feuilles plongeaient dans l'eau distillée. Les essais ont duré sept jours ; l'azote nitrique a été dosé dans les feuilles avant et après l'expérience. On a constaté que, sous l'écran formé par le bichromate de potasse, une petite partie seulement de cet azote avait disparu, tandis que sous l'eau et le sulfate de cuivre, la plus grande partie a été transformée ; « la réduction des nitrates dans les feuilles vertes est donc un phénomène que domine l'action des rayons les plus réfrangibles du spectre ».

2° Des tiges étiolées de pommes de terre conservées à l'obscurité ont été séparées en lots uniformes mis à végéter dans trois sortes de solutions nutritives sucrées : l'une ne contenant pas d'azote, la seconde renfermant une certaine quantité de sulfate d'ammoniaque et la troisième du nitrate de potasse ; l'azote total

1. Recherches expérimentales sur l'assimilation de l'azote ammoniacal et de l'azote nitrique par les plantes supérieures. *Bull. de l'Acad. royale des sciences de Belgique*, 3e série, t. XXXII, p. 815. — V. aussi *Ann. agron.*, t. XXIII, p. 235.

ayant été dosé dans ces tiges, on a maintenu les sujets d'expériences dans une armoire obscure dont la température variait de 15 à 22 degrés. Après huit jours et demi, on a dosé à nouveau dans les lots l'azote sous ses trois formes : organique, nitrique et ammoniacal. Les dosages ont fait voir qu'il n'y a pas eu transformation de l'acide nitrique en matières organiques azotées, mais qu'une certaine quantité de nitrates a été transformée en composés ammoniacaux; enfin il n'y a eu que des différences insignifiantes entre les proportions d'azote organique dans tous les cas, avant et après expérience. A l'obscurité, les tiges étiolées de pomme de terre n'assimilent donc ni l'azote ammoniacal, ni l'azote nitrique.

3° Les mêmes essais ont été effectués avec des tiges verdies de pommes de terre, mais en les maintenant à la lumière.

On trouve que, pendant le verdissement, elles ont perdu la plus grande partie de leur nitrate, mais que, par contre, elles sont plus riches en ammoniaque formée au dépens de l'acide nitrique enlevé à l'eau ; cette ammoniaque disparaît ensuite sous l'influence de la lumière solaire. Les tiges verdies cultivées dans la solution contenant les sels ammoniacaux les ont assimilés énergiquement; celles qui ont été cultivées dans la solution nitratée avaient aussi absorbé l'azote nitrique, qui semble ne pas persister sous cette forme, mais passer d'abord à l'état d'ammoniaque. Des tiges verdies de pomme de terre assimilent l'azote ammoniacal et l'azote nitrique à la lumière solaire.

4° Mêmes expériences avec les tiges étiolées de l'asperge maintenues à la lumière pendant trois jours ; la quantité de chlorophylle formée est peu considérable ; les dosages d'azote ammoniacal et nitrique exécutés au début et à la fin des essais ont montré que les tiges d'asperge privées de chlorophylle assimilent à la lumière l'azote nitrique et mieux encore l'azote ammoniacal.

5° et 6° Les auteurs ont voulu rechercher la confirmation de leur quatrième expérience en opérant sur des feuilles blanches et vertes de deux variétés d'arbres : l'orme à grandes feuilles panachées et l'érable à feuilles de frêne ; les feuilles choisies étaient couchées la face supérieure tournée vers le haut dans des cuvettes plates en porcelaine et immergées dans la solution nutritive, soit ammoniacale, soit nitrique. Des dosages effectués, on a conclu que les feuilles blanches privées de chlorophylle assimilaient mieux

l'azote ammoniacal que l'azote nitrique; le contraire arrivait pour les feuilles vertes.

7° La deuxième expérience tend à démontrer que les organes étiolés ne peuvent assimiler l'azote nitrique et ammoniacal à l'obscurité; on a voulu s'assurer s'il en était de même des feuilles vertes et des feuilles blanches. Les essais ont été faits d'une façon analogue à ceux des expériences 5 et 6; on a constaté que, à l'obscurité, les feuilles blanches n'assimilent pas l'azote ammoniacal et que les feuilles vertes n'utilisent pas les nitrates pour élaborer des matières organiques azotées. Ces travaux exigent donc l'intervention de la lumière.

8° On a recherché si les conclusions des expériences 5 et 6 effectuées sur des Dicotylédones restaient exactes pour les Monocotylédones et l'on a répété à cet effet les essais 5 et 6 sur des feuilles vertes et blanches d'*Aspidistra elatior*. On est arrivé aux mêmes résultats.

9° Pour être fixés sur la nature des rayons qui interviennent dans l'assimilation de l'azote ammoniacal et de l'azote nitrique, les auteurs ont répété l'expérience 1 sur des feuilles blanches et vertes de l'*Erable;* ils ont employé des écrans absorbants à bichromate, à sulfate de cuivre ammoniacal, à sulfate de quinine et à eau distillée. L'expérience a duré trois jours et demi; les dosages d'azote ont montré qu'il n'y avait pas d'assimilation de l'azote nitrique par les feuilles vertes sous les solutions de bichromate et de sulfate de quinine; cette assimilation était très active sous les écrans à sulfate de cuivre et à eau; même conclusion pour l'assimilation de l'azote ammoniacal par les feuilles blanches. On voit donc que l'assimilation de l'azote ammoniacal par les feuilles blanches est stimulée par les rayons ultra-violets.

10° Enfin, les auteurs ont répété les expériences de Kinoshita que nous avons déjà citées [1], en opérant sur l'orge. De jeunes plantes étaient cultivées à l'obscurité dans du sable et arrosées avec des solutions de nitrate de soude et de chlorure d'ammonium. Au bout d'un certain temps, Kinoshita trouvait que ces végétaux renfermaient plus d'azote organique que d'autres sujets, cultivés dans les mêmes conditions, mais arrosés avec de l'eau pure; il en déduisait, comme nous l'avons dit, que l'assimilation des sels

1. *Loc. cit.*

ammoniacaux et des nitrates ne dépendait pas de la lumière; MM. Laurent, Marchal et Carpiaux ont obtenu des résultats qui ne concordent pas avec ceux de Kinoshita; ils expliquent ceux-ci par le développement des moisissures et de champignons qui ont assimilé eux-mêmes l'azote ammoniacal et nitrique.

MM. Laurent, Marchal et Carpiaux terminent leur remarquable mémoire, par les conclusions générales ci-dessous :

« 1° Chez les plantes supérieures, l'assimilation des nitrates n'a pas lieu à l'obscurité; elle exige l'intervention des rayons ultra-violets;

« 2° Pour les sels ammoniacaux, l'influence des mêmes rayons est sûrement prédominante; il se peut cependant que les rayons lumineux provoquent une faible assimilation de l'ammoniaque dans les feuilles blanches;

« 3° L'intervention de la chlorophylle n'est pas nécessaire; les feuilles blanches assimilent même mieux l'azote ammoniacal que les feuilles vertes ;

« 4° L'assimilation de l'azote nitrique donne lieu à une production intérimaire d'ammoniaque. »

Cette revue générale des principaux travaux qui ont eu lieu sur la question qui nous occupe, nous permet de remarquer que la presque totalité des expérimentateurs sont d'accord sur le fait de la nécessité de la présence de la lumière solaire pour l'assimilation des nitrates par les végétaux; Pagnoul, Berthelot et André, Frank et Otto, Schlœsing fils, Schimper, Godlewski, Laurent, Marchal et Carpiaux, parmi les principaux auteurs, sont unanimes à cet égard; par contre, les divers savants, qui se sont occupés de ces recherches, sont beaucoup moins affirmatifs au point de vue de l'influence de l'action chlorophyllienne sur cette assimilation de l'azote; seuls quelques-uns d'entre eux indiquent timidement la nécessité de cette action. Ce dernier point ne peut pas être considéré comme tranché ; il nécessite encore de nouvelles recherches.

IV. — Diverses théories émises sur la formation des albuminoïdes dans les végétaux.

En résumé, les nombreuses expériences que nous venons de rappeler nous font voir que les nitrates sont réduits dans les cel-

lules végétales et que vraisemblablement ils donnent naissance d'abord à des composés ammoniacaux ; mais jusqu'à présent nous ne voyons pas encore comment cette molécule simple d'ammoniaque va pouvoir se métamorphoser en substances de constitution compliquée, comme le sont les albuminoïdes.

Divers auteurs ont cherché à expliquer, au moins théoriquement, ces transformations ; nous exposerons donc maintenant les diverses hypothèses émises à ce sujet[1].

Théorie de M. O. Lœw. — Ayant remarqué que l'asparagine a été trouvée par de nombreux physiologistes et en quantités considérables dans les plantes, M. Lœw en fait le noyau fondamental de la molécule d'albumine, qui, comme on l'a vu, contient ses deux radicaux : acide oxalique et ammoniaque. Cette asparagine se formerait par combinaison de l'aldéhyde formique fournie par les cellules chlorophylliennes avec l'ammoniaque provenant soit d'une assimilation directe de sels ammoniacaux, soit d'une réduction des nitrates absorbés par la plante. M. Lœw a en effet constaté que l'asparagine s'accumule en proportions plus considérables dans les plantes qui reçoivent des sels ammoniacaux comme nourriture azotée que dans celles qui sont alimentées avec des azotates et il en conclut que ceux-ci doivent être d'abord réduits à l'état d'ammoniaque avant de pouvoir s'unir à l'aldéhyde formique.

Pour expliquer une réduction semblable, qui exige une grande énergie, M. Lœw fait intervenir, d'une façon peut-être un peu osée, une énergie provenant de l' « albumine active ». Il a constaté que le protoplasma de certaines cellules végétales réduit le nitrate d'argent en solution alcaline, propriété qu'il ne possède pas après la mort. M. Lœw attribue cette action réductrice à une « albumine active » qui constituerait le terme intermédiaire entre l'albumine ordinaire et l'albumine organisée du protoplasma vivant. En passant de l'état actif à l'état passif, l'albumine dégagerait une certaine quantité d'énergie sous forme de chaleur ; de plus « l'albumine active » contiendrait à l'état non combiné de nombreux groupes aldéhydiques et amidés et serait de ce fait chargée d'énergie. C'est cette énergie qui jouerait le rôle le plus important dans la réduction des nitrates.

L'union de l'aldéhyde formique et de l'ammoniaque donnerait

1. Voir à ce sujet l'article de M. A. Bach, dans le *Moniteur Quesneville*, 1897, p. 5.

donc naissance dans les végétaux à une formation d'asparagine ou amide de l'acide aspartique ou amido-succinique; ce serait cette asparagine, ou mieux son aldéhyde hypothétique qui, par condensation et réduction successive, formerait l'albumine qui passerait d'abord par l'« état actif » avant de prendre son état définitif.

M. Bach fait remarquer que la théorie de M. Lœw est susceptible de plusieurs critiques : En premier lieu, l'aldéhyde hypothétique de l'asparagine est totalement inconnue, et d'autre part le produit de combinaison de l'aldéhyde formique avec l'ammoniaque est parfaitement défini et isolé : c'est l'hexaméthylène tétramine qui ne ressemble aucunement à cette aldéhyde hypothétique.

Enfin la condensation et la réduction de cette dernière à l'état d'albumine ne reposent que sur un jeu de formules chimiques purement arbitraire.

Théorie de MM. Victor Meyer et E. Schulze. — Ces deux savants admettent que la réduction des azotates dans les plantes donne naissance à de l'hydroxylamine ou oxyammoniaque qui s'unirait de suite aux substances aldéhydiques végétales pour former des oximes, composés dont M. V. Meyer a découvert l'existence. Ces oximes contiennent le groupe $=$ Az — OH qui, par réduction, prendrait la forme — AzH^2 faisant ainsi passer les oximes à l'état d'amides. Ces dernières constitueraient la base des matières albuminoïdes végétales.

Pour vérifier leur théorie, MM. V. Meyer et E. Schulze ont essayé de nourrir des plantes avec de l'hydroxylamine ; mais ce corps, loin de constituer un bon aliment azoté, s'est montré être un violent poison. On ne saurait cependant déduire de cette expérience le renversement de l'hypothèse que nous venons de rapporter, car l'hydroxylamine possède une énorme puissance de combinaison et il se pourrait qu'aussitôt formée dans les plantes, elle s'unisse à d'autres substances en formant des composés non toxiques pour les végétaux.

La théorie des auteurs n'est pas passible des mêmes reproches que celle de M. Lœw, car ils ne donnent aucune explication au sujet du mécanisme de la réduction des nitrates et de la transformation des amides en albuminoïdes.

Théorie de M. A. Bach. — Cette théorie se rapproche beaucoup de la précédente; mais elle est complétée par l'étude de quelques-

uns des points restés en litige dans l'hypothèse de MM. Meyer et Schulze.

Tout d'abord l'auteur cherche à savoir si c'est à l'état libre ou à l'état combiné que l'acide azotique des azotates subit la réduction. M. Bach fait remarquer, d'une part, que les nitrates n'existent dans le suc cellulaire des plantes qu'en solutions extrêmement diluées, circonstance favorable à la dissociation des sels; d'autre part, que ce suc végétal est lui-même acide et renferme, par suite de la respiration des tissus, une grande proportion d'acide carbonique. En vertu de la loi des masses, cette acidité pourrait donc suffire à déplacer l'acide nitrique des nitrates assimilés par les plantes.

La réduction de cet acide azotique ainsi mis en liberté doit être effectuée par les substances aldéhydiques (et notamment par l'aldéhyde formique), élaborées par les cellules chlorophylliennes. MM. Berthelot et André ont en effet constaté[1] que la réduction la plus énergique des azotates avait lieu dans les feuilles qui sont aussi les organes dans lesquels la fonction chlorophyllienne est la plus active.

A l'appui de son hypothèse sur la mise en liberté de l'acide azotique des azotates dans les tissus végétaux, M. Bach pourrait aussi invoquer le fait énoncé par MM. Berthelot et André dans un de leurs mémoires à propos de recherches sur l'acide oxalique dans la végétation[2] ; ces auteurs pensent que l'acidité du jus due à un acide fort semblerait peu compatible avec l'existence d'une dose notable d'azotates et, qu'en effet, « l'acide azotique serait mis à nu en tout ou en partie par l'acide oxalique, en raison du partage des bases déterminé par la formation des oxalates acides, lesquelles répondent au maximum thermique. Or, l'acide azotique libre, même en solution très étendue, est réduit peu à peu par les principes sucrés et analogues ; il en est ainsi *in vitro* et *a fortiori* dans la plante avec le concours des actions de cellules et autres phénomènes physiologiques ».

La réduction de l'acide azotique par l'aldéhyde formique, par les voies chimiques, donne lieu à une production d'hydroxylamine. Il y a transformation successive du groupe AzO^3H de l'acide azotique en AzO^2H de l'acide azoteux, puis en AzOH de l'acide hypoazoteux, enfin en $=$ AzH qui, fixant une molécule d'eau,

1. *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 591.
2. *Annales de chimie et de physique*, 6e série, t. X, p. 289.

devient de l'hydroxylamine $H^2Az - OH$. Il n'y a aucune raison de croire que les mêmes réactions ne se passent pas dans les plantes.

L'hydroxylamine produite se combinerait alors à l'aldéhyde formique en donnant la formaldoxine $CH^2 = AzOH$, puis son isomère la formiamide $CHO - AzH^2$, corps de même composition, mais de constitution différente. Cette formiamide serait le premier terme des albuminoïdes.

La production de formiamide a l'avantage de permettre d'expliquer l'existence, dans les cellules végétales, de l'acide cyanhydrique qu'on rencontre dans un grand nombre de plantes; il serait dû à une simple déshydratation de la formiamide, ou mieux de la formaldoxime :

$$CH^2 = AzOH = CAzH + H^2O.$$

M. Scholl a d'ailleurs réalisé expérimentalement cette réaction [1].

De même, la formation d'ammoniaque, qui est un terme constant de la réduction de l'acide nitrique, s'expliquerait par une simple hydratation de la formiamide qui donnerait naissance à du formiate d'ammoniaque :

$$CHO - AzH^2 + H^2O = HCOO.AzH^4.$$

L'hypothèse de M. Bach s'appuie d'ailleurs sur un certain nombre d'expériences directes. Outre celles que nous avons citées, cet auteur a pu déceler indirectement la présence de la formiamide dans les produits de l'action de l'aldéhyde formique sur l'acide azotique, ce qui tend à confirmer son hypothèse.

Après avoir établi le mécanisme de la formation de la formiamide dans les végétaux, M. Bach ne pousse pas plus loin son étude et, ne pouvant s'appuyer sur aucun travail pratique, ne présente aucune réaction, ni formule pour expliquer l'élaboration des albuminoïdes.

Théorie de M. A. Gautier. — Bien antérieurement aux diverses théories que nous venons de rappeler, M. A. Gautier avait émis l'hypothèse que l'acide cyanhydrique forme la base de la synthèse des albuminoïdes végétaux. Voici d'ailleurs la théorie préconisée actuellement par l'éminent chimiste :

Les nitrates absorbés par les plantes se trouvent dissociés, soit par suite de leur grande dilution dans le suc cellulaire, soit à

1. *Berichte d. deuts. chem. Gesellsch.*, 1891.

cause de l'acidité naturelle de ce suc. L'acide azotique, mis en liberté, réagit sur l'aldéhyde formique produite dans les cellules chlorophylliennes en donnant naissance à de l'acide cyanhydrique, à de l'acide carbonique et à de l'eau :

$$2\ AzO^3H + 5\ CH^2O = 2\ CAzH + 3\ CO^2 + 5\ H^2O.$$

M. A. Gautier s'appuie alors sur le mémorable travail de Schützenberger sur la constitution des albuminoïdes ; l'acide cyanhydrique et l'aldéhyde formique permettent de retrouver tous les radicaux constituants de ces corps : l'hydratation de l'acide cyanhydrique fournit les groupes urée et oxamide, dont les atomes d'hydrogène sont remplacés par des chaînons formés par des combinaisons de l'aldéhyde formique avec l'acide cyanhydrique. Après la formation de cet acide, ce groupement acide cyanhydrique s'unirait donc à l'aldéhyde formique, et la condensation d'un certain nombre de ces combinaisons donnerait naissance aux albuminoïdes végétaux.

Divers faits expérimentaux viennent à l'appui de la théorie de M. A. Gautier. D'abord l'acide cyanhydrique prend bien naissance par réduction de l'acide azotique par une foule de substances organiques ; ensuite la présence de l'acide cyanhydrique a été signalée dans nombre de plantes ; enfin, diverses recherches affectuées sur la localisation de cet acide dans le règne végétal, et que nous allons rapporter, confirment également la manière de voir de M. A. Gautier.

Quant à la dernière partie de la synthèse naturelle des albuminoïdes, en partant de l'acide cyanhydrique et de l'aldéhyde formique, elle n'a pas été réalisée. Les connaissances dans la question des matières protéiques et de la chimie biologique ne sont pas encore assez avancées pour permettre de reproduire ces corps par synthèse artificielle. Cette partie de la théorie que nous venons d'exposer est donc hypothétiqne, mais elle paraît vraisemblable.

V. — Les travaux antérieurs sur la présence et la distribution de l'acide cyanhydrique dans les plantes.

Si nous admettons pour la formation des albuminoïdes l'hypothèse de M. A. Gautier, comment se fait-il qu'on ne retrouve

dans la majorité des plantes que des quantités nulles ou faibles de cet acide cyanhydrique qui serait un des constituants des matières protéiques?

C'est vraisemblablement pour une raison analogue à celle pour laquelle on n'a pu caractériser dans les végétaux de quantités sensibles d'aldéhyde méthylique. On sait que ce premier terme des composés naturels dus à la fonction d'assimilation du carbone est très instable et ne peut séjourner dans les cellules végétales. Par contre, on y trouve son produit de réduction, l'alcool méthylique, ainsi que l'a montré M. Maquenne[1], ou son produit d'oxydation, l'acide formique, qui existe dans un grand nombre de plantes.

De même, il est probable que l'acide cyanhydrique, en présence des phénomènes de réduction ou d'oxydation qui se passent dans le végétal, en présence des composés qui prennent naissance dans les cellules vivantes, ne persiste pas à son état primitif et qu'il se transforme promptement. On sait, en effet, qu'il s'hydrogène avec une grande facilité en donnant de la méthylamine; qu'avec les alcalis froids, il forme des cyanures; qu'avec les alcalis chauds, il donne de l'ammoniaque et de l'acide formique de même qu'avec les acides. Nous n'avons aucune raison de douter que des phénomènes analogues ne se passent pas dans les plantes, ce qui expliquerait pourquoi on ne peut déceler généralement que peu ou pas d'acide cyanhydrique dans les végétaux.

Cependant, un certain nombre de plantes renferment en quantités notables, dans divers de leurs organes, des corps cyanés qui, sous l'influence d'actions chimiques ou biologiques, peuvent donner naissance à l'acide cyanhydrique. Les Amygdalées notamment produisent cet acide par suite du dédoublement d'un glucoside particulier, l'amygdaline, dédoublement qui s'effectue par l'action d'un ferment soluble hydrolysant, l'émulsine. M. Guignard a montré[2] que l'amygdaline et l'émulsine sont localisées dans des cellules différentes; par suite, dans la plante vivante, l'acide cyanhydrique ne peut se former; ce n'est qu'en froissant ou broyant les organes que le ferment réagit sur le glucoside et provoque la formation de l'acide toxique.

1. *Ann. agron.*, t. XII, p. 113.
2. *Comptes rendus*, t. CX, p. 477.

Dans diverses espèces des pays chauds, au contraire, l'acide cyanhydrique existe à l'état libre ou très faiblement combiné, et en quantités telles que quelques-uns de ces végétaux, consommés même en proportion moyenne, peuvent causer des accidents toxiques[1].

Il est bien connu depuis longtemps que le manioc, employé dans l'Amérique du Sud et dans l'Afrique tropicale pour l'usage alimentaire, est vénéneux quand on l'absorbe sans aucune préparation; il devient inoffensif s'il a été pressé et chauffé. Il renferme, en effet, de l'acide cyanhydrique qui en constitue le principe nocif et qui se volatilise quand la farine de manioc est soumise à la cuisson.

MM. Greshoff et Kobert ont caractérisé des proportions plus ou moins grandes d'acide cyanhydrique dans nombre de types végétaux appartenant aux familles des Asclépiadiées, des Bixacées, des Tiliacées, des Sapotacées, des Euphorbiacées, des Aroïdées; mais une des plantes tropicales les mieux étudiées sous ce rapport est le *Pangium edule,* arbre très répandu dans la Malaisie et les Philippines, et qu'on savait renfermer un principe toxique. M. Greshoff[2] a montré, il y a quelques années, que ce principe était constitué par de l'acide cyanhydrique et en a déterminé la proportion qui s'élève au chiffre relativement énorme de plus de 1 p. 100 du poids sec des divers organes. Ce corps ne joue pas là de rôle protecteur, puisque certaines larves nuisibles pour les *Pangium* sont attirées par l'acide cyanhydrique.

Pour se rendre compte de son rôle, M. Treub a fait une étude détaillée de la plante[3] et a cherché à y déterminer la distribution de l'acide cyanhydrique. Il a constaté que le liber et le péricycle renferment, dans toute la plante, de l'acide cyanhydrique, sauf la plantule de la graine qui en est dépourvue. On trouve aussi ce corps dans des cellules isolées sans connexion avec le liber.

Dans l'écorce et la moelle de la tige et de la racine, ces cellules renferment aussi une matière albuminoïde réfringente qui persiste,

1. Voir sur le même sujet une excellente revue de M. Mangin. *Revue générale des Sciences*, 1896, p. 440.

2. Eerste Verlag van het onderzoek, naar de Plantenstoffen von nederl. Indie. *Ann. de Buitenzorg*. Vol. 9, 1890.

3. Sur la localisation, le transport et le rôle de l'acide cyanhydrique dans le *Pangium edule Ruiw. Ann. du Jard. Bot. de Buitenzorg*. Leyde, 1895.

même après la disparition de l'acide cyanhydrique. Elles sont nombreuses surtout dans les sommets de la tige, dans l'écorce, dans les fruits en voie de développement, dans les graines, enfin dans les feuilles, c'est-à-dire dans les organes qui possèdent une vie active. Dans les feuilles, ces cellules se rencontrent surtout dans le parenchyme et dans l'épiderme.

M. Treub a montré de plus que le liber ne jouait qu'un rôle conducteur, car en faisant sur la plante des incisions annulaires corticales, on ne retrouvait plus, au bout de quelques jours, d'acide cyanhydrique dans le liber des régions situées au-dessous de l'incision, tandis que cet acide persistait au-dessus. Quant aux feuilles de *Pangium*, si on les cultive à l'obscurité, elles perdent en quinze jours leur réserve d'acide cyanhydrique dont la majeure partie est consommée sur place par les tissus des feuilles. Ce corps réapparaît si on expose à nouveau à la lumière ces feuilles cultivées à l'obscurité. L'acide cyanhydrique est donc bien formé dans les organes d'assimilation.

Enfin, M. Treub a constaté que l'influence des radiations n'était pas indispensable pour la formation de l'acide cyanhydrique, formation qui n'était donc pas directement dépendante de l'assimilation du carbone; mais deux conditions sont nécessaires à la production de l'acide dans les feuilles : la présence d'hydrates de carbone et celle de substances minérales azotées, probablement de nitrates, amenées par la sève ascendante.

De ses diverses expériences, M. Treub conclut que, dans le *Pangium edule*, l'acide cyanhydrique est le premier produit reconnaissable de l'assimilation de l'azote; cet acide « résulterait d'une synthèse consécutive à l'assimilation du carbone au moyen de sucres réducteurs produits par cette fonction et de sels inorganiques, probablement de nitrates amenés par la sève ascendante. Cette synthèse n'exigerait pas le concours des radiations solaires[1] ».

VI. — Présence et localisation de l'acide cyanhydrique dans certaines plantes.

Nous avons eu dernièrement l'occasion de reprendre la question de la présence et de la localisation de l'acide cyanhydrique

1. Mangin. *Loc. cit.*

chez divers végétaux de notre climat ; ce travail avait eu primitivement un but toxicologique ; nous voulions vérifier si l'acide cyanhydrique était véritablement le principe actif de diverses plantes toxiques ou réputées telles et s'il y existait en proportion suffisante pour les rendre vénéneuses [1].

L'acide cyanhydrique a été recherché de la façon suivante : les plantes fraîches étaient mises dans un ballon avec une certaine quantité d'une solution étendue d'acide tartrique; ce ballon était relié à un appareil Schlœsing à serpentin ascendant, semblable à celui qui est employé pour le dosage de l'ammoniaque. On distillait le magma contenu dans le ballon en ne recueillant que les premières portions dans un verre à pied contenant quelques centimètres cubes d'une solution étendue de potasse. L'acide cyanhydrique, qui existait dans la plante à l'état de combinaisons, était déplacé par l'acide tartrique à l'ébullition, passait entièrement dans les premières portions distillées et se trouvait fixé par la solution potassique. On l'y caractérisait par la réaction du bleu de Prusse: cette potasse était additionnée d'un mélange de sulfate ferreux et de sulfate ferrique, puis d'acide chlorhydrique qui dissolvait l'oxyde de fer qui s'était précipité par l'action de la potasse et laissait intact le ferrocyanure de fer (ou bleu de Prusse) qui existait en suspension dans la liqueur et qui la rendait bleutée, dans le cas où elle renfermait de l'acide cyanhydrique. On peut ainsi déceler quelques dixièmes de milligramme de ce corps. Quand la présence de l'acide cyanhydrique avait été constatée, on procédait à son dosage par la méthode colorimétrique, en comparant la liqueur bleue obtenue comme nous venons de le dire à une gamme de liqueurs semblables préparées par la même réaction en partant de solutions titrées et connues d'acide cyanhydrique.

En opérant de cette manière sur une quantité convenable de plantes ou d'organes végétaux, nous avons obtenu les résultats suivants :

Diverses Aroïdées (*Arum maculatum*, *A. Italicum*, *Arisarum vulgare*, *Amorphophallus rivieri*, *Caladium bulbosum*, *Diffembrachia Seguine*) n'ont pas donné trace d'acide cyanhydrique. Dans la famille des Saxifragées, les divers *Ribes* (*R. rubrum*, *R. aureum*, *R. nigrum*) renferment une petite quantité de l'acide toxique,

1. *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. XIX, p. 310.

quelques milligrammes pour 100 grammes de plantes; les parties vertes en pleine végétation n'en renferment plus que des traces.

L'acide cyanhydrique n'existe pas en quantité appréciable dans les variétés horticoles du type *Rosa*.

Enfin, nous avons effectué une étude spéciale de l'*Aquilegia vulgaris* au point de vue de la localisation de l'acide cyanhydrique qui existe dans ce végétal. On a recueilli un lot important de pieds complets de cette plante, prise à l'état sauvage et en pleine végétation un peu avant l'époque de la floraison, au mois de mai-juin; on a séparé soigneusement les racines, les feuilles, les tiges et les boutons floraux, et, sur ces diverses parties fraîches, on a procédé au dosage de l'acide cyanhydrique. (1) On a trouvé :

Dans les racines . . .	0 milligr.	0	pour 100 grammes.
Dans les feuilles. . . .	1	—	2	—
Dans les tiges.	3	—	6	—
Dans les boutons. . .	10	—	0	—

Nous avons été de suite frappé de ce fait que les organes chlorophylliens seuls renfermaient des corps cyanés et nous avons voulu pousser plus loin cette constatation. Quelques semaines plus tard, on a donc recueilli des fleurs épanouies; nous y avons trouvé une bien moins grande quantité d'acide cyanhydrique que dans les organes floraux en formation : 1 milligr. 6 p. 100.

Nous avons cherché alors à déterminer la localisation du corps cyané dans les organes floraux. A cet effet, on a séparé, dans les fleurs, les pétales, les étamines et les ovaires et on a cherché dans ces trois lots la présence de l'acide cyanhydrique; on a trouvé:

Dans les pétales. . . .	0 milligr.	0	pour 100 grammes.
Dans les étamines. . .	0	—	0	—
Dans les ovaires. . . .	10	—	0	—

Or, il est à remarquer que, dans la fleur, le seul organe chlorophyllien est constitué par les ovaires. Une hésitation nous était venue à ce sujet à propos des pétales colorés de la fleur; pour faire cesser cette hésitation, nous avons recherché la chlorophylle dans ces organes accessoires. Des pétales frais ont été épuisés par l'eau pour enlever la matière colorante, puis traités ensuite par la benzine qui devait dissoudre la chlorophylle; la solution obtenue a été soumise à l'examen spectroscopique pour y recher-

1. Nous devons cet envoi à l'obligeance de M. Heim, qui s'est aussi occupé de la partie botanique de la question.

cher les bandes d'absorption chlorophyllienne ; on n'a obtenu qu'un résultat négatif.

Il ressort donc de ces faits que, dans l'*Aquilegia vulgaris*, les seules parties productives d'acide cyanhydrique : feuilles, tiges et ovaires sont chlorophylliennes; tandis que les autres organes : racines, étamines, pétales, dépourvus de matière verte, ne donnent pas naissance à l'acide toxique.

Il serait téméraire d'espérer déduire de nos expériences la nature du véritable rôle de l'acide cyanhydrique chez les plantes ?

Les recherches que nous avons exécutées montrent que, dans les végétaux de nos climats où il existe, l'acide cyanhydrique n'est pas en quantité suffisante pour constituer un moyen de défense contre la voracité des animaux. En s'en rapportant, en effet, à la dose de 50 milligrammes signalée mortelle, on voit que cette proportion ne serait atteinte qu'après ingestion de plusieurs kilos des plantes que nous avons étudiées, ce qui n'a jamais lieu.

Le rôle joué en réalité par l'acide cyanhydrique peut être expliqué par la théorie préconisée par M. Armand Gautier, sur la formation des matières albuminoïdes dans les végétaux. Comme nous l'avons vu, l'éminent chimiste admet que les nitrates absorbés par les plantes arrivent, faiblement dissociés, dans le protoplasma des cellules chlorophylliennes où se produisent l'aldéhyde méthylique et les hydrates de carbone, réducteurs énergiques, qui provoqueraient la formation d'acide cyanhydrique qui s'unirait ensuite aux aldéhydes. La condensation d'un certain nombre de ces combinaisons formerait les albuminoïdes végétaux.

La constatation que nous avons faite de la présence de l'acide cyanhydrique dans les seuls organes verts de l'*Aquilegia vulgaris* semble bien confirmer les vues de M. A. Gautier. On en déduirait sans doute en même temps la nécessité, non seulement de la lumière solaire, mais aussi de la fonction chlorophyllienne pour provoquer la réduction des nitrates dans les végétaux.

VII. — Conclusions.

D'après les divers travaux récents que nous venons de citer, il semble que les nitrates, en se réduisant dans les plantes, passent par l'état d'acide cyanhydrique, généralement dans les organes

pourvus de chlorophylle et dans lesquels prédomine aussi la fonction assimilatrice productrice d'aldéhyde formique.

Or, il est bien établi maintenant que ce dernier corps possède une puissance de combinaison énorme et qu'il est susceptible de former facilement des polymères. Lœw et Fischer ont étudié les conditions de ces polymérisations et les produits qui en provenaient [1]; ils ont pu ainsi établir la filiation des divers hydrates de carbone existant dans les végétaux ; les glycéroses, les pentoses, les hexoses qui passent ensuite à l'état plus complexe de saccharoses, puis d'amidons et de celluloses. La synthèse de ces composés a été réalisée artificiellement, du moins pour les premiers termes.

D'un autre côté, les dérivés cyanés sont également aisément susceptibles de polymérisation et de combinaison. Nous rappellerons la facile transformation du cyanogène en son polymère le paracyanogène ; de l'acide cyanhydrique, qui par hydratation, réduction, oxydation donne de l'oxamide, des méthylamines, du formiate d'ammoniaque.

De plus, tous les corps de la grande famille des sucres sont susceptibles de s'unir directement à l'acide cyanhydrique, ainsi que l'a montré Kiliani, en formant des nitriles. Ceux-ci par hydratation, deshydratation et réduction successive se transforment en un sucre nouveau contenant un atome de carbone de plus que celui dont on est parti. Ce procédé a été employé couramment et avec succès pour monter de gradin en gradin dans la synthèse des sucres.

Il serait donc vraisemblable que l'acide cyanhydrique formé dans les cellules végétales se combinât de suite à l'aldéhyde formique, ainsi que le suppose M. Armand Gautier, pour donner des composés azotés plus ou moins complexes, amides, amines, nitriles, etc., en un mot dérivés plus ou moins directs de l'ammoniaque, qui forment, comme on l'a vu, les produits fondamentaux de l'hydratation de l'albumine.

Il manque à cette manière de voir la sanction de l'expérience ; on n'a encore réalisé aucune réaction permettant de reproduire une substance albuminoïde en partant de dérivés cyanés et d'hydrates de carbone, mais la chimie biologique n'a pas encore

1. Voir à ce sujet l'article de M. Maquenne. *Ann. agron.*, t. XIV, p. 220.

dit son dernier mot; la preuve en est dans les nouvelles découvertes qui se produisent journellement; la synthèse des matières albuminoïdes, qui touche aux sources mêmes de la vie, sera l'une des plus importantes au point de vue de la science et de la philosophie,

---

PAUL GAY

NOTICE NÉCROLOGIQUE

PAR

M. P.-P. DEHÉRAIN

Membre de l'académie des sciences.

A bien des reprises différentes, il nous a fallu, hélas, consacrer quelques pages à la mémoire des collaborateurs que nous avons perdus. Depuis la fondation de ce Recueil, en 1875, nous avons laissé en chemin bien des amis; mais presque tous n'ont disparu qu'à un âge avancé, et après avoir accompli leur mission... il n'en est pas de même aujourd'hui : Paul Gay, répétiteur de zootechnie à l'École de Grignon, que nous venons de perdre, n'avait que vingt-huit ans.

A l'âge où, d'ordinaire, on tâtonne encore dans les hésitations du début, il avait exécuté d'excellents travaux et la récolte déjà faite promettait, dans l'avenir, de luxuriantes moissons. La destinée ne l'a pas voulu et, le 17 juillet, ont été ensevelies dans la tombe les plus brillantes espérances.

Paul Gay, né en 1870, perdit ses parents dès sa première jeunesse; à sept ans, déjà privé des tendres soins de la famille, il était en pension à Argenteuil; plus tard, il continua ses études à Vincennes : c'est là qu'il se prépara à l'Ecole de Grignon, où il fut reçu, en 1887, troisième de sa promotion.

Il y fit de bonnes études. Espérant à ce moment-là qu'un parent pourrait lui avancer le capital nécessaire pour s'établir dans une petite ferme, il voulut se familiariser avec les détails d'une exploitation rurale et, à sa sortie de l'École, il entra chez un habile cultivateur des environs de Grignon, M. Flé, avec lequel il se lia d'une étroite amitié.

Gay montra tout de suite des qualités exceptionnelles : il essaya

d'établir une comptabilité rationnelle, y réussit, et, voyant clair désormais, proposa à son propriétaire diverses modifications dans le système de culture adopté jusqu'alors, et, au dire de M. Flé, ces modifications furent très avantageuses.

Gay avait donc brillamment débuté, quand il lui fallut quitter la ferme pour accomplir son année de service militaire; il passa l'année 1891 à Toul.

La mort de son oncle, sur lequel il comptait pour pouvoir s'établir, le conduisit, à la sortie du régiment, à accepter l'offre que lui fit M. le Directeur de l'École de Grignon, de la place de répétiteur de zootechnie. M. le professeur Sanson, à qui les heureuses dispositions de Gay n'avaient pas échappé, désirait, en effet, l'attacher au service qu'il dirigeait.

Nommé en décembre 1892, ayant à sa disposition un petit laboratoire, soutenu par son maître, conseillé par ses collègues habiles aux analyses chimiques, il se mit au travail avec une extrême ardeur et, tout en exécutant régulièrement son service, il commença une série de recherches remarquables que la mort seule devait interrompre.

En 1893, il publia dans ce Recueil son premier mémoire, sur l'influence qu'exerce l'alimentation des vaches laitières sur la qualité de leur lait. Très adroitement, il profite de la facilité que lui donne l'étable de l'École : des vaches nombreuses y sont soumises au même régime ; si le mode d'alimentation est le facteur dominant, elles doivent donner des quantités peu différentes d'un lait de même composition; il en est tout autrement: quand on mesure le lait qu'elles produisent et qu'on le soumet à l'analyse, on trouve des différences considérables ; il faut donc tenir grand compte, et plus qu'on ne l'avait fait jusqu'alors, des aptitudes individuelles des vaches; soumises au même régime, elles donnent, en quantités très différentes les unes des autres, un lait dont la teneur en beurre varie presque du simple au double.

Pendant plusieurs années, j'ai comparé les diverses variétés de betteraves employées à l'alimentation des animaux et j'ai cherché le meilleur mode de culture à leur appliquer; mes recherches portaient non seulement sur les rendements à l'hectare, mais aussi sur la composition des betteraves récoltées ; je suis arrivé à conclure qu'on recueille plus de matière utilisable en cultivant les betteraves en lignes serrées, de façon à les obtenir de petite

dimension, qu'en les plaçant aux grands écartements usités d'ordinaire.

Les betteraves fourragères n'ont été choisies qu'à cause des énormes dimensions qu'elles sont susceptibles d'acquérir; si on les rapproche, elles restent petites, et dès lors, on est en droit de se demander s'il ne conviendrait pas de les remplacer par quelques-unes de ces variétés semées avant la loi de 1884 qui, sans présenter la grande richesse des Vilmorins améliorées, renferment encore 13 à 14 p. 100 de sucre et fournissent en outre des récoltes à l'hectare bien supérieures à celles que donnent les betteraves à sucre de grande densité.

Il manquait à ces expériences la sanction dernière : il fallait faire consommer ces racines par les animaux pour savoir comment ils en tireraient parti. Paul Gay a consacré deux mémoires à l'étude de cette intéressante question, l'un en 1894 (t. XX de ce Recueil), l'autre en 1895 (t. XXI). Il montre, dans le premier, qu'à égalité de matière sèche, les betteraves à sucre sont beaucoup plus nutritives que les betteraves fourragères et, dans le second, que le coefficient de digestibilité de ces betteraves de distillerie, dites actuellement demi-sucrières, est plus élevé que celui des Vilmorin améliorées et surtout que celui des betteraves fourragères.

Ces mémoires de Paul Gay ont une grande portée pratique, ils contribueront à décider les cultivateurs à substituer dans les rations, aux betteraves fourragères, les variétés demi-sucrières fournissant à l'hectare plus de matière sèche que les grosses racines aqueuses distribuées actuellement.

Paul Gay s'attachait de préférence aux questions d'alimentation et il aborda, en 1897, un sujet d'une grande importance; il fut poussé à cette étude par les demandes des praticiens de Seine-et-Oise, avec lesquels il entretenait des relations suivies. On sait que les fabricants de sucre, en retour des betteraves fournies, livrent aux planteurs les résidus de la fabrication, les pulpes, et dès lors se présente la question suivante: La pulpe est-elle plus économique à employer que la betterave fourragère ? Est-il plus avantageux de semer des betteraves à sucre, malgré le bas prix auquel les usines les prennent actuellement, afin de pouvoir obtenir des pulpes, que de semer tout simplement des betteraves fourragères?

Pour répondre à ces demandes, Paul Gay détermine la composition de la pulpe au moment où elle entre à la ferme, puis quel-

ques semaines plus tard, quand, ayant été ensilée, elle a perdu une certaine quantité de ses principes nutritifs : à ce moment, 100 kilos de matière sèche de pulpe coûtent 7 fr. 60; s'appuyant d'autre part sur la comptabilité de M. Flé, son ancien patron, resté son ami, Gay calcule que 100 kilos de matière sèche contenue dans les betteraves fourragères ne valent que 6 fr. 70.

Faut-il donc conclure qu'il est plus avantageux de faire consommer aux animaux des betteraves que des pulpes? Gay ne se décide pas si vite, car il importe de savoir comment les animaux tirent parti de ces deux aliments; il les fait consommer à un lot de brebis; comme toujours, il mène ces expériences avec beaucoup de méthode; il prépare les animaux à recevoir les aliments à essayer, pendant plusieurs jours, et c'est seulement quand ils sont habitués au nouveau régime qu'il procède aux pesées ; il a analysé, au reste, avec grand soin, la ration à la pulpe et celle à la betterave, de façon à distribuer exactement la même quantité de matière sèche; une première période d'expérience montre que l'alimentation à la pulpe détermine une augmentation de poids plus forte que celle qui comprend des betteraves; mais pour être bien certain que ce résultat n'est pas dû à des dispositions individuelles, Paul Gay recommence son essai en croisant les rations ; après quelques jours de préparation, pour habituer les animaux au changement de régime, les brebis qui avaient reçu de la pulpe consomment des betteraves, tandis que le lot qui recevait des betteraves est mis à la pulpe; on trouve encore à la pulpe une plus grande valeur alimentaire; et la plus-value, obtenue en poids vif, compense et au delà le surcroît de dépense dû à l'emploi de la pulpe.

Ce mémoire[1] est un des plus intéressants qu'ait écrit notre jeune collaborateur.

L'année précédente, il avait encore étudié la digestibilité de l'avoine entière, aplatie ou concassée; ce travail, très important au point de vue de la pratique agricole, comportait l'analyse des rations renfermant, outre le foin, de l'avoine soumise ou non à une préparation mécanique, et aussi celle des excréments solides, afin de savoir quels éléments de la ration avaient échappé à la digestion. Pour recueillir sans perte ces excreta, Gay utilisait un

1. *Ann. agron.*, t. XXIII, p. 145.

sac bien adapté à l'animal et qui était vidé deux fois par jour. Cette étude minutieuse montra que si on ne trouvait aucun avantage à soumettre à une préparation mécanique l'avoine consommée par un ruminant, il n'en était plus de même pour un cheval, et que dans ce cas l'avoine concassée par un broyeur mû à la vapeur pouvait procurer une économie de 0 fr. 92 environ par 100 kilos d'avoine [1].

Paul Gay a encore étudié la valeur alimentaire du marron d'Inde [2]; et enfin, avec la collaboration de M. Dupont, il a inséré dans ce volume même un excellent travail sur la fabrication du fumier de ferme [3].

Quand on songe que tous ces travaux ont été exécutés par un jeune homme qui, au début, avait vingt-deux ans, et vingt-huit ans quand a été brisée cette carrière si bien remplie, on sent combien cette mort a été cruelle et quelles espérances elle a détruites. Doué d'une rare sagacité, d'une habileté remarquable dans l'art d'expérimenter, Paul Gay, s'il eût vécu, se serait rapidement élevé aux premiers rangs.

En effet, par ses relations constantes avec la culture, il sut toujours très bien quels sujets il devait aborder; bien conseillé par son maître, M. Sanson, il apprit très vite comment il fallait disposer les expériences pour en obtenir des réponses précises; enfin, il apportait à ses recherches les soins les plus minutieux.

A voir ce jeune homme blond, de petite taille, souriant et aimable, on ne pouvait se douter de la puissance de travail qu'il possédait. Sa santé, sans être excellente, n'avait pas inspiré d'inquiétude jusqu'à l'automne dernier; au printemps, on le vit décliner : très couvert même pendant les journées chaudes, maigri, pâli, il s'attardait au soleil sur un banc de notre parterre de l'École; au laboratoire, il revêtait encore, par habitude, ses vêtements de travail, mais il restait assis et les mains inactives; c'était un de ces élèves zélés, avides d'apprendre, comme il s'en trouve toujours dans nos nombreuses promotions, qui exécutait, d'après ses indications, les opérations qu'il ne pouvait plus faire lui-même.

Au mois de juin, il fut contraint d'abandonner son service,

1. *Ann. agron.*, t. XXII, pp. 145 et 225.
2. *Ann. agron.*, t. XXII, p. 401.
3. *Ann. agron.*, t. XXIV, p. 123.

puis on lui conseilla d'aller chercher dans une maison de santé de Paris les soins qu'on ne pouvait pas lui donner à Grignon, et, accompagné de son collègue et ami, M. Julien, tristement il quitta l'École où il ne devait plus revenir; très rapidement, la phtisie pulmonaire dont il était atteint le terrassa; son agonie commença pendant que les fusées du 14 juillet s'élançaient dans les airs, y brillaient un instant pour bientôt s'évanouir, triste image de cette jeune vie, dont l'éclat a si vite disparu. Paul Gay mourut le 15 juillet 1898.

REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Zootechnie.

Recherches sur les aliments concentrés du commerce : *a*) tourteaux de colza et d'autres crucifères, par OTTO FORSTER [1]; — *b*) **tourteaux de colza et leurs impuretés,** par BILLE GRAM [2]. — En 1890, l'association des stations agronomiques allemandes a provoqué la mise à l'étude des divers résidus d'industrie formant les aliments concentrés que l'agriculture peut se procurer sur le marché. Les deux travaux cités forment les dix-huitième et dix-neuvième mémoires publiés depuis cette époque sur cette importante question et concernent les tourteaux de colza et de crucifères analogues. On y trouvera de nombreux renseignements sur l'étude botanique de ces tourteaux, sur leur provenance, leur composition chimique, les impuretés, les falsifications, enfin sur leur utilisation pour la nourriture du bétail. On a également essayé de dégager les causes qui rendent parfois ces tourteaux dangereux pour les animaux qui les consomment. Celles-ci sont, on le sait, assez mal connues. Il semble, en effet, qu'on ait à ce point de vue attaché une importance exagérée à la propriété que possèdent souvent ces graines de crucifères de dégager d'importantes quantités d'essence de moutarde quand elles sont soumises à l'action de l'humidité et d'une température convenable. En tous cas Forster et Gram, chacun de leur côté, ont tenté de préciser mieux qu'on ne l'avait fait jusqu'alors les conditions dans lesquelles les graines de crucifères envisagées sont aptes à donner naissance à cette essence de moutarde.

Il paraît opportun de rappeler ici que, tout dernièrement, MM. Bussard et Frou ont publié un intéressant mémoire sur les tourteaux de crucifères dans le tome XV des *Annales de l'Institut national agronomique*. A. M.

Expériences d'alimentation sur les moutons, relatives à la digestibilité de diverses sortes de drèches de distillerie desséchées, par O. KELLNER [3].

1. *Landw. Versuchsstat.*, t. L, 1898, p. 297-316.
2. *Landw. Versuchsstat.*, t. L, 1898, p. 371-447.
3. *Landw. Versuchsstat.*, t. L, 1898, p. 449-481.

— Parmi les résidus d'industries agricoles qui, desséchées, fournissent des aliments concentrés que l'agriculteur peut se procurer sur le marché, les drèches de distillerie occupent une place des plus importantes en Allemagne. Jusqu'à présent, on savait peu de chose sur les proportions des divers principes nutritifs que ces drèches desséchées sont susceptibles de fournir aux animaux qui les consomment : autrement dit, on était peu fixé sur leur digestibilité. D'une part les diverses modifications que subissent les matières premières : grains et pommes de terres pendant la fabrication de l'alcool, d'autre part la dessiccation elle-même des résidus, doivent influencer beaucoup la digestibilité des drèches desséchées.

Pour s'assurer de ce fait et de son importance au point de vue de la valeur nutritive des drèches desséchées, Kellner a institué sur des moutons des expériences de digestibilité, en nourissant ces animaux avec du foin de pré et des drèches desséchées de cinq sortes différentes dans lesquelles figuraient en proportions diverses le maïs, le seigle, l'avoine, l'orge, les pommes de terre.

Il a constaté que la digestibilité de ces aliments était très variable. C'est ainsi que la matière organique digestible des drèches a été comprise entre 60,4 p. 100 et 81,1 p. 100 de la matière organique totale.

Il semble que ce soient la température à laquelle s'opère la dessiccation, ainsi que la durée de cette dernière opération, qui amènent surtout ces écarts importants.

La digestibilité des matières azotées albuminoïdes, en particulier, peut varier de 48,6 p. 100 à 86,0 p. 100. Aussi Kellner est-il d'avis que les agriculteurs et les fabricants auraient intérêt à vendre ces drèches desséchées, en garantissant non seulement la teneur en protéine brute, mais aussi la teneur en protéine digestible (dosée, sans doute, d'après le procédé de Stutzer). A. M.

La mélasse dans l'alimentation du bétail, par M. ALBERT [1]. — En Allemagne et en Autriche, pays où la mélasse n'est pas comme chez nous grevée d'un impôt assez élevé, les éleveurs emploient ce produit à la nourriture du bétail. On la fait absorber aux animaux diluée dans la boisson ou mieux mélangée, soit aux divers fourrages de ration : son, tourteaux, drèches, etc., soit incorporée à des substances indifférentes au point de vue alimentaire, telles que la tourbe de litière.

Dans un article, paru récemment [2], M. Grandeau signale et commente les expériences de M. Albert, exécutées à la ferme de Lauchstädt, dépendant de la station agronomique de Halle, dans le but de comparer la valeur alimentaire des divers modes d'introduction de la mélasse dans l'alimentation et de rechercher l'influence de la proportion de mélasse ajoutée.

Ces expériences ont eu lieu sur des agneaux soumis à l'engraissement. On a disposé 4 lots de 15 agneaux chacun ; le premier lot recevait de la mélasse verte, c'est-à-dire diluée dans la boisson, le second lot était nourri

1. *Deutsche Landw. Presse*, juin 1898.
2. *Journal d'agriculture pratique*, 1898; p. 850.

avec du son renfermant 50 p. 100 de mélasse; le lot n° 3 avait à sa disposition la même quantité de mélasse mélangée avec de la tourbe, tandis que le lot n° 4 recevait une dose plus élevée.

Le fourrage fondamental des quatre lots consistait en cossettes desséchées, foin de luzerne, pailles et balles.

Le poids initial des animaux était de 458 kil. 5 pour chaque lot.

Le régime a été suivi pendant six mois; l'augmentation de poids vif était la suivante pour les quatre lots :

	Kilogr.
Mélasse liquide	268 5
Sons à la mélasse	288 5
Tourbe à la mélasse (dose faible)	288
— — (dose forte)	286

L'emploi de la mélasse verte a donc donné de moins bons résultats que ceux obtenus par le mélange intime de la mélasse avec le son ou la tourbe. De plus, on voit qu'on n'a pas d'intérêt à forcer la dose alimentaire en mélasse, l'augmentation de poids vif restant la même. Au point de vue économique, c'est la ration de tourbe mélassée qui est la plus avantageuse. On n'a pas l'augmentation du poids des animaux qui ont reçu la ration sans mélasse, de telle sorte qu'on ne voit pas bien quelle est son action. — Les lecteurs ont eu au reste récemment, sous les yeux, un travail de MM. Dickson et Malveaux sur le même sujet. A. H.

Sur les propriétés toxiques du Diplotaxis erucoïdes, par M. L. PLANCHON [1]. — L'auteur appelle l'attention des propriétaires de troupeaux sur la nocuité d'une certaine plante qui devient très abondante dans le midi de la France. Ce végétal, *Diplotaxis erucoïdes*, a de 0^m,20 à 0^m,50 de hauteur; sa racine, annuelle, est pivotante, blanchâtre et porte de nombreuses radicelles; la tige, rameuse, offre des poils blancs, rudes au toucher; les feuilles sont profondément découpées, la tige florale forme une longue grappe corymbiforme portant en bas des siliques longues et minces, écartées, à court pédoncule et, au sommet, un bouquet de fleurs assez grandes, peu étalées, blanches, violacées vers le bas des pétales, surtout quand la fleur se fane.

Si l'on mâche un fragment de la plante, surtout du fruit, on perçoit la saveur de la moutarde. Cette saveur disparaît par la dessiccation.

Cette plante, qui a déjà causé des dommages assez sérieux dans les troupeaux de moutons de la région du Gard, semble agir par un poison spécial irritant, corrosif, qui provoque des lésions de l'estomac, surtout du rumen. En cas d'ingestion de grandes quantités de ces végétaux, la mort de l'animal peut survenir en douze heures; elle est précédée d'un grand abattement.

Si, au contraire, l'animal n'a absorbé cette plante qu'à la fin de la journée, alors que l'estomac est garni, le *Diplotaxis* joue alors le rôle de condiment et ne produit pas d'effets nocifs.

1. *Journal de pharmacie et de chimie*, 6e série, t. VII, p. 16.

Le meilleur remède à opposer aux effets de ce végétal vénéneux consiste à faire absorber aux animaux malades une grande quantité d'eau ; on y parvient sans peine car les moutons intoxiqués sont fort altérés. L'eau, dilue le principe caustique et en atténue l'action ; on sauve ainsi beaucoup de victimes.

La prophylaxie consiste naturellement à faire connaître le plus possible la plante et à éviter les pâturages où elle se trouve. A. Hébert.

Chimie agricole.

Présence de l'arginine dans quelques racines, par M. E. Schulze [1]. — L'arginine est une substance azotée, répondant à la formule $C^6 H^{14}, Az^4 O^2$ découverte par l'auteur dans des plantules de lupin étiolées, et retrouvée par Hodin parmi les produits de dédoublement des albuminoïdes par les acides.

M. Schulze a rencontré cette matière dans les racines de rutabagas, d'artichaut de Jérusalem et de *Ptelea trifoliata*. L'examen a eu lieu au printemps, les plantes ayant séjourné en terre pendant l'hiver. Quatre kilogrammes de rutabagas, renfermant 500 grammes de matière sèche, ont donné 0 gr. 9 d'arginine, en même temps que de la glutmine, de l'asparagine et de la tyrosine. L'artichaut de Jérusalem et la *Ptelea trifoliata* renferment encore moins d'arginine ; il est probable que la racine de chicorée en contient aussi, mais l'identification n'a pas été faite d'une manière complète.

E. D.

Dosage des sucres a l'état d'osazones, par MM. C. J. Lintner et Krober [2]. — Cette méthode s'applique au dextrose, au lévulose et au saccharose, seuls ou en présence de maltose ou de dextrines ; ces corps accroissent légèrement le poids de l'osazone.

On prend 20 centimètres cubes de la liqueur sucrée qui ne doit pas renfermer plus de 1 p. 100 de sucre, on y ajoute 1 gramme de phenylhydrazine et 1 gramme d'acide acétique à 50 p. 100.

On porte à 100 degrés au bain-marie pendant une heure et demie ; s'il y a de la dextrine, il faut chauffer pendant deux heures. On additionne alors de 20 centimètres cubes d'eau bouillante, on recueille l'osazone sur un filtre taré et on sèche à 110 degrés pendant trois heures.

Comme le saccharose n'est pas complètement interverti par l'acide acétique ; on commence par pratiquer l'interversion par de l'acide chlorhydrique ; on ajoute ensuite de l'acétate de sodium et on termine comme précédemment. E. D.

1. *Landw. Versuchsstat.*, t. XLVI (1896), n° 6, p. 451.
2. *Zeitchr. Brauwesen*, 1896, p. 153.

Le Gérant : G. Masson.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

LE TRAVAIL DU SOL

(*Troisième mémoire*)

PÉNÉTRATION. EMMAGASINEMENT ET MOUVEMENT DE L'EAU DANS LE SOL

PAR

M. P.-P. DEHÉRAIN

Membre de l'Académie des sciences.

Dans un premier mémoire inséré dans ce recueil en 1896 [1], j'ai cherché comment l'ameublissement du sol favorisait son aération. En employant la méthode des cadres, j'ai reconnu que si une terre bien travaillée, ameublie avec soin renferme plus d'air qu'une autre abandonnée à la végétation spontanée de la prairie ou de la forêt, celle-ci cependant contient encore un volume d'air qui représente, pour les sols en place examinés, le cinquième du volume total, et comme toutes les analyses d'atmosphère du sol, que nous possédons, ont montré qu'elle est très oxygénée, on en peut déduire qu'elle se renouvelle constamment. On sait, en effet, d'après les travaux de M. Schlœsing, d'après ceux que j'ai exécutés successivement avec la collaboration de M. Maquenne, puis de M. Demoussy que de l'air, maintenu en vase clos au contact d'une terre humide, perd rapidement tout l'oxygène qu'il renferme; l'air du sol, étant oxygéné, est certainement en échange constant avec l'air extérieur, et on conçoit dès lors, que ce n'est certainement pas pour faire pénétrer dans la terre une quantité d'air un peu plus forte que le cultivateur la travaille, la pulvérise et l'ameublit.

J'aurai au reste à revenir prochainement sur l'énergie des combustions lentes qui se produisent dans les terres bien travaillées, et je n'y insiste pas aujourd'hui.

L'expérience enseigne que l'ameublissement exerce une influence si marquée sur l'abondance des récoltes, qu'il doit assurer l'accomplissement régulier d'une des fonctions primordiales de la végétation; or, pour prospérer, il faut qu'une plante enfonce ses racines dans un milieu aéré sans doute, mais aussi dans un milieu humide; la quantité d'eau transpirée par les plantes herbacées est tellement énorme, la privation d'eau leur est si funeste qu'on est conduit à se demander si l'ameublissement du sol n'a

1. T. XXII, p. 449.

pas pour but essentiel d'y assurer un large approvisionnement d'eau, d'y constituer des réserves suffisantes pour que les plantes puissent traverser sans pâtir les longues périodes de sécheresse, et il m'a paru intéressant de soumettre de nouveau cette hypothèse au contrôle de l'expérience. Je l'ai appuyée déjà par les expériences exposées dans le second mémoire consacré au travail du sol[1]; il m'a paru toutefois que cette question présentait une telle importance, qu'il convenait d'y revenir encore pour contrôler, pour étendre les premiers résultats constatés.

§ 1er. — Capacité pour l'eau d'une terre meuble ou tassée.

J'appelle *capacité* d'une terre pour l'eau, la quantité d'eau qu'un poids donné de terre peut retenir, loger dans ses espaces vides sans la laisser écouler.

Pour mesurer cette capacité, on a préparé d'abord un lot de terre franche, on l'a tamisée avec soin, puis on en a introduit 200 grammes dans un entonnoir, en la laissant simplement couler d'une main en cuivre, sans la tasser; elle nous représentera une terre essentiellement meuble et poreuse. Dans un entonnoir tout semblable, on fait encore tomber 200 grammes de la même terre fine; on essaie d'abord en vain de la tasser; tant qu'elle est sèche, elle fuit sous le pilon sans s'agglutiner; il faut y faire tomber doucement de l'eau en pluie pour réussir à la tasser; on arrive, en alternant la pluie et la pression avec une surface métallique ou avec le doigt, à en former une masse compacte.

On pèse alors les deux appareils, puis on fait tomber de l'eau en pluie sur la terre meuble, jusqu'à ce que le changement de teinte annonce qu'elle est complètement mouillée; l'eau ajoutée disparaît rapidement sans séjourner à la surface. Les 200 grammes de terre ont absorbé 82 grammes d'eau ou 41 p. 100 de terre sèche.

La pluie qui arrive sur la terre tassée n'y pénètre que difficilement; la masse se fendille, il faut sans cesse avec le doigt boucher les fissures; quand le changement de teinte de toute la masse annonce qu'elle est mouillée complètement, on pèse et on trouve que les 200 grammes de terre sèche ont absorbé seulement 41 grammes d'eau ou 20.5 p. 100 de terre sèche.

1. Ce recueil, t. XXIII, p. 216.

On a répété cette même expérience avec une terre de jardin, une autre provenant de la Limagne d'Auvergne, une dernière du domaine de Plessy-le-Veneur en Seine-et-Oise. Chaque fois, on a cherché la quantité d'eau nécessaire pour mouiller entièrement une terre meuble, puis une terre de même origine, qu'on tassait à mesure que l'arrivée de l'eau permettait de souder les particules les unes aux autres; chaque fois on a trouvé des différences analogues à celles qu'on avait observées avec la terre franche; c'est ce qui apparaît clairement dans le petit tableau suivant.

Quantités d'eau nécessaire pour mouiller entièrement 100 grammes de terres meubles ou tassées.

	Terre franche.	Terre de Limagne.	Terre de jardin.	Terre de Plessy-le-Veneur.
	gr.	gr.	gr.	gr.
Meuble.	41.5	46	44.5	39.5
Tassée.	22	33	29	23

Les nombreuses publications que nous avons faites déjà sur la terre arable, et notamment le travail inséré dans ce recueil en 1896, nous ont montré que les particules de terre laissent entre elles des vides nombreux dans lesquels peuvent se loger de l'air et de l'eau; une terre meuble présente un grand nombre de ces espaces vides; ils sont plus restreints dans une terre tassée et on conçoit par suite sans peine qu'une terre ameublie puisse absorber une quantité d'eau bien plus grande que ne le fait une terre tassée.

Pour savoir si les nombres précédents représentaient bien la capacité pour l'eau d'une terre meuble ou tassée, on a ajouté aux terres mises en expérience assez d'eau pour qu'elle traversât la masse et s'écoulât; on n'a pas trouvé qu'il en restât une quantité sensible; une terre mouillée entièrement est donc saturée; et on peut dire que la *capacité* pour l'eau d'une terre ameublie au maximum est toujours très supérieure à celle d'une terre tassée, et si on veut bien se rappeler que l'eau est non seulement nécessaire à la végétation, mais aussi aux bactéries fixatrices d'azote et aux ferments nitriques, on comprendra déjà que le cultivateur attache la plus grande importante au travail de sa terre.

§ II. — Pénétration de l'eau dans une terre meuble et tassée

Les opérations précédentes nous ont mis entre les mains une terre meuble et une terre tassée, nous avons reconnu que leur capacité pour l'eau varie parfois du simple au double ; pour que cet approvisionnement si différent puisse se faire, il faut que l'eau s'infiltre dans ces deux sols, et il nous a paru intéressant de chercher comment avait lieu la pénétration de l'eau dans les terres amenées à ces états différents.

Quand on verse de l'eau sur la terre meuble, elle y disparaît immédiatement, tandis qu'elle séjourne à la surface de la terre tassée ; elle n'y séjourne que grâce à la disposition de l'expérience : les bords de l'entonnoir la retiennent, mais si la pluie tombe sur une terre tassée quelque peu inclinée, elle n'y reste pas, elle s'écoule et par suite est perdue pour la pièce qui l'a reçue. Ainsi non seulement l'ameublissement du sol augmente sa capacité pour l'eau, mais il favorise en outre l'absorption, 'infiltration de l'eau de la pluie ; l'eau pénètre dans une terre ameublie, elle coule sur une terre tassée et fuit jusqu'aux fossés, aux ruisseaux et aux rivières.

Pour préciser ces différences, on a exécuté, sur les deux terres saturées d'eau, dont il a été question dans le paragraphe précédent, l'expérience suivante : on a versé d'un coup 50 centimètres cubes d'eau sur les deux surfaces, on a attendu quelques instants jusqu'à ce que l'eau versée eût disparu dans la terre meuble, on a alors renversé l'entonnoir de terre tassée, et en déposant une légère couche de suif sur la paroi, on a pu faire passer, entièrement, dans un verre, sans rien perdre, l'eau restée jusqu'alors à la surface de la terre ; on l'a enfin versée dans une éprouvette graduée, il en restait 49 centimètres cubes, la pénétration avait été nulle.

Tant que la terre est ameublie, elle absorbe donc l'eau bien plus aisément que lorsqu'elle est tassée ; mais, et nous avons déjà eu occasion d'insister sur ce point dans des mémoires antérieurs, a pluie tasse la terre et détruit l'ameublissement. Dans le mémoire que M. Demoussy et moi avons consacré à la perméabilité du sol, nous avons donné plusieurs exemples de cette action, et la terre

franche employée aux expériences précédentes nous a montré encore cette influence de l'eau sur le tassement de la terre. Quand, après avoir saturé cette terre d'humidité, on y a versé plusieurs fois 100 centimètres cubes d'eau, celle-ci ne s'infiltre plus instantanément comme au début, l'ameublissement a disparu; l'effet d'une pluie prolongée est donc de tasser la terre; son volume diminue, les vides se comblent, et les passages par lesquels l'eau pouvait s'écouler s'obstruent peu à peu; la terre devient imperméable, comme lorsqu'elle est systématiquement tassée.

Terre de jardin. — On a exécuté sur cette terre l'expérience qui avait porté sur la terre franche. On a trouvé que lorsque 50 centimètres cubes d'eau versés simultanément, sur la terre meuble et sur la terre tassée, avaient disparu dans la terre meuble, il en restait 48 centimètres cubes sur la terre tassée. Ainsi pour cette terre de jardin, comme pour la terre franche, le tassement empêche la pénétration de l'eau.

Cette terre présente cependant avec la précédente une différence considérable; malgré des afflux d'eau répétés, l'ameublissement persiste; après la saturation, on a versé successivement 200 centimètres cubes d'eau sur la surface de la terre, et comme elle en avait déjà absorbé 85, les 200 grammes ont reçu en totalité 285 centimètres cubes d'eau et cependant, aucun signe de tassement ne se produit, l'eau continue à disparaître rapidement. Il est intéressant de rechercher à quelles causes peuvent être attribuées ces différences; or, les deux terres sur lesquelles ont porté ces expériences ont été analysées il y a déjà quelques années par M. Demoussy, Assistant de physiologie végétale au Muséum[1]; il a trouvé :

	TERRES	
	de jardin.	franche.
Sable grossier	51.3	48.4
Calcaire terreux	12.6	9.1
Sable fin	17.9	31.2
Argile	12.6	9.5
Humus	5.3	1.5
	99.7	99.7

La proportion d'argile de la terre de jardin est notable et il

1. *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1079 (1893).

semble qu'elle devrait déterminer une agglutination facile et rendre cette terre aisément imperméable; ce n'est pas ce qu'on observe, on trouve au contraire qu'elle conserve son ameublissement, tandis que la terre franche moins argileuse le perd après quelques averses; la différence la plus profonde que présentent ces deux sols porte sur les proportions d'humus; il est trois fois plus abondant dans la terre de jardin que dans la terre franche, or, M. Schlœsing a observé depuis longtemps que l'humus colloïdal combattait la tendance à l'agglutination de l'argile et nous trouvons là un remarquable exemple du fait signalé par notre éminent confrère.

§ III. — Infiltration de l'eau dans le sol.

Nous avons vu, dans les paragraphes précédents, l'eau déposée sur le sol, y pénétrer, le traverser et s'écouler au dehors; il m'a paru que pour suivre le mouvement d'infiltration de l'eau, il fallait déterminer les quantités qui s'y trouvaient retenues à diverses hauteurs dans une terre meuble et dans une terre tassée, exposées l'une et l'autre à la pluie.

Cette recherche nécessitait l'emploi d'appareils spéciaux: on a fait construire en cuivre rouge des cloches présentant une capacité de 5 litres environ, et munies de quatre orifices auxquels étaient soudés des tubes de cuivre de 12 millimètres de diamètre. Un de ces orifices est pratiqué sur le fond légèrement bombé de la cloche et sert à recueillir les eaux d'égouttement; les trois autres sont placés sur la même génératrice du cylindre qui se raccorde avec la calotte sphérique du fond. L'orifice du haut est à 3 centimètres au-dessous de la surface supérieure, le second à 8 centimètres de cette surface, le dernier à 13 centimètres.

Pour soustraire les parois de la cloche aux radiations solaires et empêcher l'échauffement de la terre qui y est contenue, on a placé ces cloches de cuivre dans des boîtes de bois, le fond était percé d'une ouverture pour recevoir le tuyau d'égouttement et l'une des parois latérales portait également des trous, dans lesquels pénétraient les tubes latéraux de la cloche de cuivre, de telle sorte qu'il fût toujours possible de prendre des échantillons de terre, à l'aide d'un de ces tubes de laiton employés dans les laboratoires pour percer les bouchons de liège.

L'espace compris entre la cloche de cuivre et les parois de la boîte de bois a été rempli de sable fin, qui a été préservé de la pluie par une plaque de bois présentant une ouverture circulaire de même diamètre que la cloche de cuivre, de sorte que la terre seule reçut l'eau de la pluie.

Les cloches au nombre de quatre ont été remplies de terre de Grignon, dans deux d'entre elles, elle a été laissée meuble, elle a été tassée au maximum dans deux autres; on avait introduit au fond des cloches 1 kilo de graviers destiné à favoriser l'égouttement; la terre meuble logée dans les cloches 1 et 2, pesait 6,000 grammes; la terre tassée de la cloche n° 3 présentait un poids de 7,582 grammes et celle de la cloche n° 4, 7,545, ou en moyenne 7,563.

La différence de poids des terres meubles et tassées est donc considérable et il est bien à remarquer qu'elle est due à la disposition des expériences, mais que dans la réalité, on ne change pas le poids d'une terre en la travaillant, on se borne à augmenter son volume; on la rend plus poreuse, on multiplie et on élargit ses espaces vides, on diminue sa compacité, mais les poids ne varient pas.

Nous rapporterons au reste la plupart de nos calculs à des poids de terres égaux, et quand nous serons conduits à considérer le poids total de terre contenue dans nos deux vases, nous nous souviendrons que les différences qu'ils présentent sont dues à la disposition même de l'expérience; qu'ils indiquent seulement les poids variables qu'auraient des prismes de terre travaillés ou non, de même surface et de même hauteur que nos cloches, mais, qu'en réalité le poids de la terre travaillée est le même que celui de la terre tassée, à la condition qu'on prenne pour les deux surfaces des hauteurs différentes.—En d'autres termes, au-dessus du sous-sol, il existe dans un cas une couche de terre tassée de faible hauteur, et dans l'autre un prisme de terre meuble, d'une hauteur plus grande.

Toutes les observations résumées dans le tableau n° 1 ont été faites en double, les nombres inscrits sont une moyenne des deux séries de dosage.

TABLEAU I. — Infiltration de l'eau dans une terre franche (un peu légère). Terre de Grignon.

DATES DES OBSERVATIONS	EAU TOMBÉE depuis la dernière observation. En millimètres.	EAU TOMBÉE Sur la surface d'un vase.	TERRE MEUBLE — Eau dans 100 parties de terre. Haut.	Milieu.	Bas.	TERRE TASSÉE — Eau dans 100 parties de terre. Haut.	Milieu.	Bas.
		c. cubes.						
4 septembre 1897. . .	»	»	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
11 —	25.0	730	16.8	13.6	6.7	15.2	12.9	3.0
18 —	9.0	263	13.1	13.5	11.7	12.4	10.9	5.0
25 —	4.2	117	13.7	14.9	11.7	13.4	12.6	6.7
2 octobre.	8.4	245	17.9	16.9	14.0	16.8	14.3	9.2
16 —	7.8	227	17.0	16.6	14.8	15.8	14.9	9.8
23 —	0	0	15.2	15.6	15.9	14.4	14.3	11.5
30 —	0	0	13.7	14.9	15.1	12.6	13.7	10.6
6 novembre.	0	0	12.8	13.7	13.7	9.9	11.6	10.5
13 —	4.5	131	14.4	14.2	14.1	13.6	12.6	10.7
20 —	0	0	14.6	14.1	13.9	13.8	13.0	10.4
27 —	0	0	14.9	14.4	13.9	13.0	10.8	10.0
4 décembre.	19.0	554	15.3	16.4	16.6	15.1	15.0	16.4
13 —	15.0	438	22.9	24.0	24.8	17.3	20.6	22.1
18 —	9.7	283	23.6	24.0	24.8	17.5	22.0	23.3

Nous avons indiqué, dans ce tableau, la date des observations et dans les deux colonnes suivantes : 1° la hauteur d'eau, en millimètres, tombée dans la semaine écoulée entre deux observations consécutives ; 2° la quantité d'eau tombée sur la surface d'une cloche.

Dans les colonnes suivantes sont inscrites les proportions centésimales d'eau contenues dans chacune des couches de terre correspondantes aux orifices, c'est-à-dire à des hauteurs de 3, de 8 et de 13 centimètres au-dessous de la surface.

Dès le début des observations, la pluie arrive et le 11 septembre la quantité d'eau a déjà augmenté dans les trois couches de terre meuble ; mais, tandis que l'eau y a pénétré jusqu'au fond, elle n'a pu descendre dans la terre tassée, et on retrouve dans la couche profonde les 3 centièmes du début.

Les averses se suivent jusqu'au 16 octobre ; la quantité d'eau n'augmente pas régulièrement dans les couches superficielles de

la terre meuble, mais elle suit une marche ascendante dans la couche profonde.

Les quantités d'eau contenues dans les diverses couches de la terre tassée sont toujours plus faibles que celles que l'on trouve dans les couches correspondantes de terre meuble ; la différence est surtout considérable pour la couche du bas.

Le 16 octobre, on trouve que la terre meuble renferme en moyenne 16.1 pour 100 d'eau, et la terre tassée 13.5.

Du 16 octobre au 6 novembre, nous traversons une période de sécheresse, aussi la couche superficielle de terre meuble est-elle de moins en moins humide, la couche moyenne s'est moins desséchée; quant à la couche profonde, elle a d'abord gagné de l'eau s'égouttant des parties supérieures, elle cède ensuite de l'eau à la couche moyenne, mais pendant cette période la quantité centésimale moyenne de toute la masse a baissé seulement de 16.1 à 13.4, soit de 2.7 centièmes dans la terre meuble, tandis qu'elle est tombée de 13.5 à 10.3, soit de 3.2 dans la terre tassée.

Nous trouvons donc, d'une part, que la terre meuble se charge d'une plus grande quantité d'eau que la terre tassée, qu'elle laisse l'eau s'infiltrer dans les couches profondes, bien plus facilement que la terre tassée et qu'enfin, cette dernière perd, par évaporation, plus d'eau que la terre meuble.

Il est naturel qu'il en soit ainsi, dans une terre meuble, l'eau trouve de nombreux canaux qui lui permettent d'obéir à la pesanteur et par suite de descendre; il en est autrement pour le mouvement ascensionnel qui, ramenant l'eau à la surface, détermine son évaporation; en effet, c'est la capillarité qui fait remonter l'eau, or cette force entre plus facilement en jeu dans une terre tassée où les espaces qui séparent les particules de terre sont plus étroits, les vides moins vastes et moins nombreux que dans une terre meuble.

Bien que du 6 novembre au 27, les quantités de pluie tombées soient très faibles, les deux terres deviennent plus humides, elles prélèvent de l'eau sur l'atmosphère : le 27 novembre, avant l'arrivée des grandes pluies, la proportion centésimale d'eau dans la terre meuble est de 14.4, celle de la terre tassée de 11.2, la différence est de 3.2.

Du 4 décembre au 18, la pluie est fréquente et abondante, la terre meuble se tasse peu à peu, et à cette date on se décide à

TABLEAU I. — Infiltration de l'eau dans une terre franche (un peu légère). Terre de Grignon.

DATES DES OBSERVATIONS	EAU TOMBÉE depuis la dernière observation. En millimètres.	Sur la surface d'un vase.	TERRE MEUBLE — Eau dans 100 parties de terre. Haut.	Milieu.	Bas.	TERRE TASSÉE — Eau dans 100 parties de terre. Haut.	Milieu.	Bas.
		c. cubes.						
4 septembre 1897. . .	»	»	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
11 —	25.0	730	16.8	13.6	6.7	15.2	12.9	3.0
18 —	9.0	263	13.1	13.5	11.7	12.4	10.9	5.0
25 —	4.2	117	13.7	14.9	11.7	13.4	12.6	6.7
2 octobre.	8.4	245	17.9	16.9	14.0	16.8	14.3	9.2
16 —	7.8	227	17.0	16.6	14.8	15.8	14.9	9.8
23 —	0	0	15.2	15.6	15.9	14.4	14.3	11.5
30 —	0	0	13.7	14.9	15.1	12.6	13.7	10.6
6 novembre.	0	0	12.8	13.7	13.7	9.9	11.6	10.5
13 —	4.5	131	14.4	14.2	14.1	13.6	12.6	10.7
20 —	0	0	14.6	14.1	13.9	13.8	13.0	10.4
27 —	0	0	14.9	14.4	13.9	13.0	10.8	10.0
4 décembre.	19.0	554	15.3	16.4	16.6	15.1	15.0	16.4
13 —	15.0	438	22.9	24.0	24.8	17.3	20.6	22.1
18 —	9.7	283	23.6	24.0	24.8	17.5	22.0	23.3

Nous avons indiqué, dans ce tableau, la date des observations et dans les deux colonnes suivantes : 1° la hauteur d'eau, en millimètres, tombée dans la semaine écoulée entre deux observations consécutives ; 2° la quantité d'eau tombée sur la surface d'une cloche.

Dans les colonnes suivantes sont inscrites les proportions centésimales d'eau contenues dans chacune des couches de terre correspondantes aux orifices, c'est-à-dire à des hauteurs de 3, de 8 et de 13 centimètres au-dessous de la surface.

Dès le début des observations, la pluie arrive et le 11 septembre la quantité d'eau a déjà augmenté dans les trois couches de terre meuble ; mais, tandis que l'eau y a pénétré jusqu'au fond, elle n'a pu descendre dans la terre tassée, et on retrouve dans la couche profonde les 3 centièmes du début.

Les averses se suivent jusqu'au 16 octobre ; la quantité d'eau n'augmente pas régulièrement dans les couches superficielles de

la terre meuble, mais elle suit une marche ascendante dans la couche profonde.

Les quantités d'eau contenues dans les diverses couches de la terre tassée sont toujours plus faibles que celles que l'on trouve dans les couches correspondantes de terre meuble ; la différence est surtout considérable pour la couche du bas.

Le 16 octobre, on trouve que la terre meuble renferme en moyenne 16.1 pour 100 d'eau, et la terre tassée 13.5.

Du 16 octobre au 6 novembre, nous traversons une période de sécheresse, aussi la couche superficielle de terre meuble est-elle de moins en moins humide, la couche moyenne s'est moins desséchée; quant à la couche profonde, elle a d'abord gagné de l'eau s'égouttant des parties supérieures, elle cède ensuite de l'eau à la couche moyenne, mais pendant cette période la quantité centésimale moyenne de toute la masse a baissé seulement de 16.1 à 13.4, soit de 2.7 centièmes dans la terre meuble, tandis qu'elle est tombée de 13.5 à 10.3, soit de 3.2 dans la terre tassée.

Nous trouvons donc, d'une part, que la terre meuble se charge d'une plus grande quantité d'eau que la terre tassée, qu'elle laisse l'eau s'infiltrer dans les couches profondes, bien plus facilement que la terre tassée et qu'enfin, cette dernière perd, par évaporation, plus d'eau que la terre meuble.

Il est naturel qu'il en soit ainsi, dans une terre meuble, l'eau trouve de nombreux canaux qui lui permettent d'obéir à la pesanteur et par suite de descendre; il en est autrement pour le mouvement ascensionnel qui, ramenant l'eau à la surface, détermine son évaporation; en effet, c'est la capillarité qui fait remonter l'eau, or cette force entre plus facilement en jeu dans une terre tassée où les espaces qui séparent les particules de terre sont plus étroits, les vides moins vastes et moins nombreux que dans une terre meuble.

Bien que du 6 novembre au 27, les quantités de pluie tombées soient très faibles, les deux terres deviennent plus humides, elles prélèvent de l'eau sur l'atmosphère : le 27 novembre, avant l'arrivée des grandes pluies, la proportion centésimale d'eau dans la terre meuble est de 14.4, celle de la terre tassée de 11.2, la différence est de 3.2.

Du 4 décembre au 18, la pluie est fréquente et abondante, la terre meuble se tasse peu à peu, et à cette date on se décide à

TABLEAU I. — Infiltration de l'eau dans une terre franche (un peu légère). Terre de Grignon.

DATES DES OBSERVATIONS	EAU TOMBÉE depuis la dernière observation. En millimètres.	Sur la surface d'un vase.	TERRE MEUBLE — Eau dans 100 parties de terre. Haut.	Milieu.	Bas.	TERRE TASSÉE — Eau dans 100 parties de terre. Haut.	Milieu.	Bas.
		c. cubes.						
4 septembre 1897. . .	»	»	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
11 —	25.0	730	16.8	13.6	6.7	15.2	12.9	3.0
18 —	9.0	263	13.1	13.5	11.7	12.4	10.9	5.0
25 —	4.2	117	13.7	14.9	11.7	13.4	12.6	6.7
2 octobre.	8.4	245	17.9	16.9	14.0	16.8	14.3	9.2
16 —	7.8	227	17.0	16.6	14.8	15.8	14.9	9.8
23 —	0	0	15.2	15.6	15.9	14.4	14.3	11.5
30 —	0	0	13.7	14.9	15.1	12.6	13.7	10.6
6 novembre.	0	0	12.8	13.7	13.7	9.9	11.6	10.5
13 —	4.5	131	14.4	14.2	14.1	13.6	12.6	10.7
20 —	0	0	14.6	14.1	13.9	13.8	13.0	10.4
27 —	0	0	14.9	14.4	13.9	13.0	10.8	10.0
4 décembre.	19.0	554	15.3	16.4	16.6	15.1	15.0	16.4
13 —	15.0	438	22.9	24.0	24.8	17.3	20.6	22.1
18 —	9.7	283	23.6	24.0	24.8	17.5	22.0	23.3

Nous avons indiqué, dans ce tableau, la date des observations et dans les deux colonnes suivantes : 1° la hauteur d'eau, en millimètres, tombée dans la semaine écoulée entre deux observations consécutives ; 2° la quantité d'eau tombée sur la surface d'une cloche.

Dans les colonnes suivantes sont inscrites les proportions centésimales d'eau contenues dans chacune des couches de terre correspondantes aux orifices, c'est-à-dire à des hauteurs de 3, de 8 et de 13 centimètres au-dessous de la surface.

Dès le début des observations, la pluie arrive et le 11 septembre la quantité d'eau a déjà augmenté dans les trois couches de terre meuble ; mais, tandis que l'eau y a pénétré jusqu'au fond, elle n'a pu descendre dans la terre tassée, et on retrouve dans la couche profonde les 3 centièmes du début.

Les averses se suivent jusqu'au 16 octobre ; la quantité d'eau n'augmente pas régulièrement dans les couches superficielles de

la terre meuble, mais elle suit une marche ascendante dans la couche profonde.

Les quantités d'eau contenues dans les diverses couches de la terre tassée sont toujours plus faibles que celles que l'on trouve dans les couches correspondantes de terre meuble ; la différence est surtout considérable pour la couche du bas.

Le 16 octobre, on trouve que la terre meuble renferme en moyenne 16.1 pour 100 d'eau, et la terre tassée 13.5.

Du 16 octobre au 6 novembre, nous traversons une période de sécheresse, aussi la couche superficielle de terre meuble est-elle de moins en moins humide, la couche moyenne s'est moins desséchée; quant à la couche profonde, elle a d'abord gagné de l'eau s'égouttant des parties supérieures, elle cède ensuite de l'eau à la couche moyenne, mais pendant cette période la quantité centésimale moyenne de toute la masse a baissé seulement de 16.1 à 13.4, soit de 2.7 centièmes dans la terre meuble, tandis qu'elle est tombée de 13.5 à 10.3, soit de 3.2 dans la terre tassée.

Nous trouvons donc, d'une part, que la terre meuble se charge d'une plus grande quantité d'eau que la terre tassée, qu'elle laisse l'eau s'infiltrer dans les couches profondes, bien plus facilement que la terre tassée et qu'enfin, cette dernière perd, par évaporation, plus d'eau que la terre meuble.

Il est naturel qu'il en soit ainsi, dans une terre meuble, l'eau trouve de nombreux canaux qui lui permettent d'obéir à la pesanteur et par suite de descendre; il en est autrement pour le mouvement ascensionnel qui, ramenant l'eau à la surface, détermine son évaporation; en effet, c'est la capillarité qui fait remonter l'eau, or cette force entre plus facilement en jeu dans une terre tassée où les espaces qui séparent les particules de terre sont plus étroits, les vides moins vastes et moins nombreux que dans une terre meuble.

Bien que du 6 novembre au 27, les quantités de pluie tombées soient très faibles, les deux terres deviennent plus humides, elles prélèvent de l'eau sur l'atmosphère : le 27 novembre, avant l'arrivée des grandes pluies, la proportion centésimale d'eau dans la terre meuble est de 14.4, celle de la terre tassée de 11.2, la différence est de 3.2.

Du 4 décembre au 18, la pluie est fréquente et abondante, la terre meuble se tasse peu à peu, et à cette date on se décide à

TABLEAU I. — Infiltration de l'eau dans une terre franche (un peu légère). Terre de Grignon.

DATES DES OBSERVATIONS	EAU TOMBÉE depuis la dernière observation. En millimètres.	Sur la surface d'un vase.	TERRE MEUBLE — Eau dans 100 parties de terre. Haut.	Milieu.	Bas.	TERRE TASSÉE — Eau dans 100 parties de terre. Haut.	Milieu.	Bas.
		c. cubes.						
4 septembre 1897. . .	»	»	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
11 —	25.0	730	16.8	13.6	6.7	15.2	12.9	3.0
18 —	9.0	263	13.1	13.5	11.7	12.4	10.9	5.0
25 —	4.2	117	13.7	14.9	11.7	13.4	12.6	6.7
2 octobre.	8.4	245	17.9	16.9	14.0	16.8	14.3	9.2
16 —	7.8	227	17.0	16.6	14.8	15.8	14.9	9.8
23 —	0	0	15.2	15.6	15.9	14.4	14.3	11.5
30 —	0	0	13.7	14.9	15.1	12.6	13.7	10.6
6 novembre.	0	0	12.8	13.7	13.7	9.9	11.6	10.5
13 —	4.5	131	14.4	14.2	14.1	13.6	12.6	10.7
20 —	0	0	14.6	14.1	13.9	13.8	13.0	10.4
27 —	0	0	14.9	14.4	13.9	13.0	10.8	10.0
4 décembre.	19.0	554	15.3	16.4	16.6	15.1	15.0	16.4
13 —	15.0	438	22.9	24.0	24.8	17.3	20.6	22.1
18 —	9.7	283	23.6	24.0	24.8	17.5	22.0	23.3

Nous avons indiqué, dans ce tableau, la date des observations et dans les deux colonnes suivantes : 1° la hauteur d'eau, en millimètres, tombée dans la semaine écoulée entre deux observations consécutives ; 2° la quantité d'eau tombée sur la surface d'une cloche.

Dans les colonnes suivantes sont inscrites les proportions centésimales d'eau contenues dans chacune des couches de terre correspondantes aux orifices, c'est-à-dire à des hauteurs de 3, de 8 et de 13 centimètres au-dessous de la surface.

Dès le début des observations, la pluie arrive et le 11 septembre la quantité d'eau a déjà augmenté dans les trois couches de terre meuble ; mais, tandis que l'eau y a pénétré jusqu'au fond, elle n'a pu descendre dans la terre tassée, et on retrouve dans la couche profonde les 3 centièmes du début.

Les averses se suivent jusqu'au 16 octobre ; la quantité d'eau n'augmente pas régulièrement dans les couches superficielles de

la terre meuble, mais elle suit une marche ascendante dans la couche profonde.

Les quantités d'eau contenues dans les diverses couches de la terre tassée sont toujours plus faibles que celles que l'on trouve dans les couches correspondantes de terre meuble ; la différence est surtout considérable pour la couche du bas.

Le 16 octobre, on trouve que la terre meuble renferme en moyenne 16.1 pour 100 d'eau, et la terre tassée 13.5.

Du 16 octobre au 6 novembre, nous traversons une période de sécheresse, aussi la couche superficielle de terre meuble est-elle de moins en moins humide, la couche moyenne s'est moins desséchée; quant à la couche profonde, elle a d'abord gagné de l'eau s'égouttant des parties supérieures, elle cède ensuite de l'eau à la couche moyenne, mais pendant cette période la quantité centésimale moyenne de toute la masse a baissé seulement de 16.1 à 13.4, soit de 2.7 centièmes dans la terre meuble, tandis qu'elle est tombée de 13.5 à 10.3, soit de 3.2 dans la terre tassée.

Nous trouvons donc, d'une part, que la terre meuble se charge d'une plus grande quantité d'eau que la terre tassée, qu'elle laisse l'eau s'infiltrer dans les couches profondes, bien plus facilement que la terre tassée et qu'enfin, cette dernière perd, par évaporation, plus d'eau que la terre meuble.

Il est naturel qu'il en soit ainsi, dans une terre meuble, l'eau trouve de nombreux canaux qui lui permettent d'obéir à la pesanteur et par suite de descendre; il en est autrement pour le mouvement ascensionnel qui, ramenant l'eau à la surface, détermine son évaporation; en effet, c'est la capillarité qui fait remonter l'eau, or cette force entre plus facilement en jeu dans une terre tassée où les espaces qui séparent les particules de terre sont plus étroits, les vides moins vastes et moins nombreux que dans une terre meuble.

Bien que du 6 novembre au 27, les quantités de pluie tombées soient très faibles, les deux terres deviennent plus humides, elles prélèvent de l'eau sur l'atmosphère : le 27 novembre, avant l'arrivée des grandes pluies, la proportion centésimale d'eau dans la terre meuble est de 14.4, celle de la terre tassée de 11.2, la différence est de 3.2.

Du 4 décembre au 18, la pluie est fréquente et abondante, la terre meuble se tasse peu à peu, et à cette date on se décide à

TABLEAU I. — Infiltration de l'eau dans une terre franche (un peu légère). Terre de Grignon.

DATES DES OBSERVATIONS	EAU TOMBÉE depuis la dernière observation.		TERRE MEUBLE — Eau dans 100 parties de terre.			TERRE TASSÉE — Eau dans 100 parties de terre.		
	En millimètres.	Sur la surface d'un vase.	Haut.	Milieu.	Bas.	Haut.	Milieu.	Bas.
		c. cubes.						
4 septembre 1897. . .	»	»	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
11 —	25.0	730	16.8	13.6	6.7	15.2	12.9	3.0
18 —	9.0	263	13.1	13.5	11.7	12.4	10.9	5.0
25 —	4.2	117	13.7	14.9	11.7	13.4	12.6	6.7
2 octobre.	8.4	245	17.9	16.9	14.0	16.8	14.3	9.2
16 —	7.8	227	17.0	16.6	14.8	15.8	14.9	9.8
23 —	0	0	15.2	15.6	15.9	14.4	14.3	11.5
30 —	0	0	13.7	14.9	15.1	12.6	13.7	10.6
6 novembre.	0	0	12.8	13.7	13.7	9.9	11.6	10.5
13 —	4.5	131	14.4	14.2	14.1	13.6	12.6	10.7
20 —	0	0	14.6	14.1	13.9	13.8	13.0	10.4
27 —	0	0	14.9	14.4	13.9	13.0	10.8	10.0
4 décembre.	19.0	554	15.3	16.4	16.6	15.1	15.0	16.4
13 —	15.0	438	22.9	24.0	24.8	17.3	20.6	22.1
18 —	9.7	283	23.6	24.0	24.8	17.5	22.0	23.3

Nous avons indiqué, dans ce tableau, la date des observations et dans les deux colonnes suivantes : 1° la hauteur d'eau, en millimètres, tombée dans la semaine écoulée entre deux observations consécutives ; 2° la quantité d'eau tombée sur la surface d'une cloche.

Dans les colonnes suivantes sont inscrites les proportions centésimales d'eau contenues dans chacune des couches de terre correspondantes aux orifices, c'est-à-dire à des hauteurs de 3, de 8 et de 13 centimètres au-dessous de la surface.

Dès le début des observations, la pluie arrive et le 11 septembre la quantité d'eau a déjà augmenté dans les trois couches de terre meuble ; mais, tandis que l'eau y a pénétré jusqu'au fond, elle n'a pu descendre dans la terre tassée, et on retrouve dans la couche profonde les 3 centièmes du début.

Les averses se suivent jusqu'au 16 octobre ; la quantité d'eau n'augmente pas régulièrement dans les couches superficielles de

la terre meuble, mais elle suit une marche ascendante dans la couche profonde.

Les quantités d'eau contenues dans les diverses couches de la terre tassée sont toujours plus faibles que celles que l'on trouve dans les couches correspondantes de terre meuble ; la différence est surtout considérable pour la couche du bas.

Le 16 octobre, on trouve que la terre meuble renferme en moyenne 16.1 pour 100 d'eau, et la terre tassée 13.5.

Du 16 octobre au 6 novembre, nous traversons une période de sécheresse, aussi la couche superficielle de terre meuble est-elle de moins en moins humide, la couche moyenne s'est moins desséchée; quant à la couche profonde, elle a d'abord gagné de l'eau s'égouttant des parties supérieures, elle cède ensuite de l'eau à la couche moyenne, mais pendant cette période la quantité centésimale moyenne de toute la masse a baissé seulement de 16.1 à 13.4, soit de 2.7 centièmes dans la terre meuble, tandis qu'elle est tombée de 13.5 à 10.3, soit de 3.2 dans la terre tassée.

Nous trouvons donc, d'une part, que la terre meuble se charge d'une plus grande quantité d'eau que la terre tassée, qu'elle laisse l'eau s'infiltrer dans les couches profondes, bien plus facilement que la terre tassée et qu'enfin, cette dernière perd, par évaporation, plus d'eau que la terre meuble.

Il est naturel qu'il en soit ainsi, dans une terre meuble, l'eau trouve de nombreux canaux qui lui permettent d'obéir à la pesanteur et par suite de descendre; il en est autrement pour le mouvement ascensionnel qui, ramenant l'eau à la surface, détermine son évaporation; en effet, c'est la capillarité qui fait remonter l'eau, or cette force entre plus facilement en jeu dans une terre tassée où les espaces qui séparent les particules de terre sont plus étroits, les vides moins vastes et moins nombreux que dans une terre meuble.

Bien que du 6 novembre au 27, les quantités de pluie tombées soient très faibles, les deux terres deviennent plus humides, elles prélèvent de l'eau sur l'atmosphère : le 27 novembre, avant l'arrivée des grandes pluies, la proportion centésimale d'eau dans la terre meuble est de 14.4, celle de la terre tassée de 11.2, la différence est de 3.2.

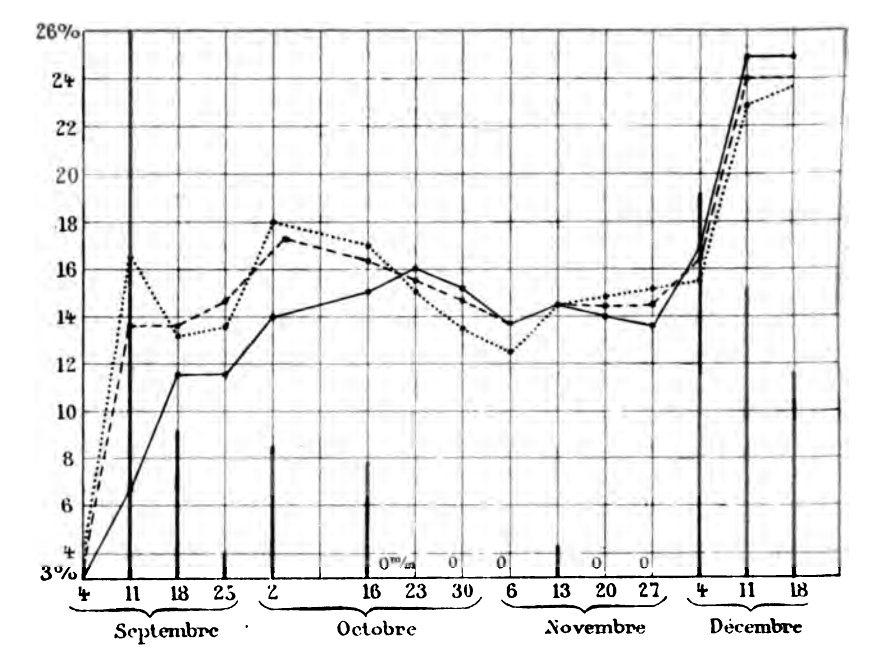
Du 4 décembre au 18, la pluie est fréquente et abondante, la terre meuble se tasse peu à peu, et à cette date on se décide à

mettre fin aux expériences, car les comparaisons perdent toute rigueur; toutefois à ce moment la proportion centésimale d'eau est pour la terre meuble de 24.1 et de 20.9 pour la terre tassée.

Le travail du sol a donc visiblement pour effet d'y augmenter l'approvisionnement d'eau, d'accroître la *capacité* de la terre pour l'eau, et si les différences sont moindres dans cette expérience que dans celles que nous avons exposées au début de ce mémoire, c'est qu'au 18 décembre, la terre meuble, ainsi qu'il a été dit déjà, a été fortement tassée par la pluie.

Pour mieux suivre les variations dans les proportions d'eau dans les deux terres, nous les avons représentées par les graphiques I et II; les lignes verticales indiquent les proportions centésimales

GRAPHIQUE I. — Mouvement de l'eau dans la terre meuble.



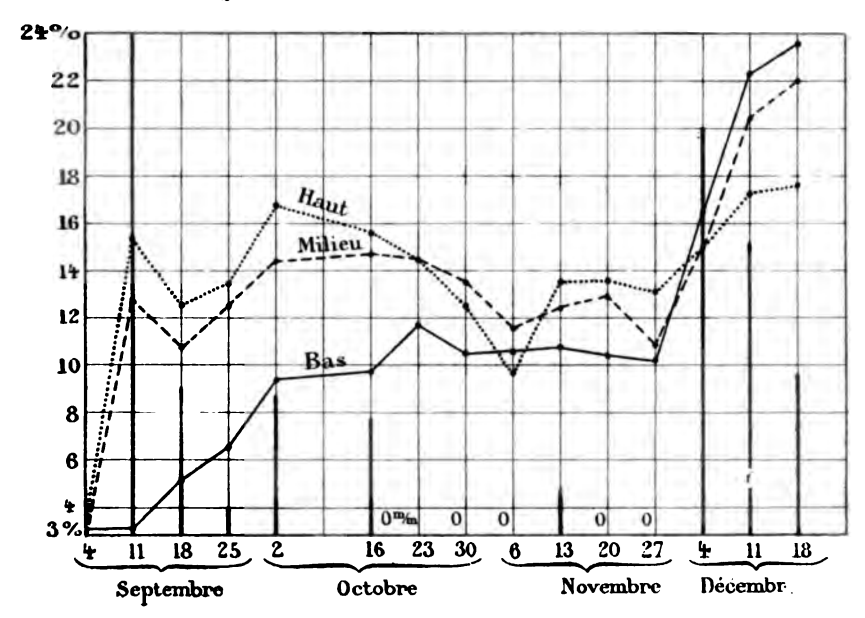
Les lignes verticales — indiquent la hauteur d'eau en millimètres, tombée entre deux observations consécutives.
La ligne brisée ..... marque les proportions centésimales d'humidité contenues dans la couche superficielle, aux dates inscrites au bas du dessin.
La ligne --- donne l'eau de la couche moyenne.
La ligne ——— donne l'eau de la couche inférieure.

d'eau tombées pendant la période écoulée entre deux observations

et les courbes : les proportions d'eau contenues dans les diverses couches de terre.

Quand on jette les yeux sur le graphique n° I qui se rapporte à la terre meuble, on constate que très rapidement, la teneur en eau des diverses couches s'égalise, le 23 octobre; c'est la couche profonde qui est la plus humide et à partir de ce moment jusqu'à la saturation finale, les quantités d'eau dans les trois couches restent sensiblement égales.

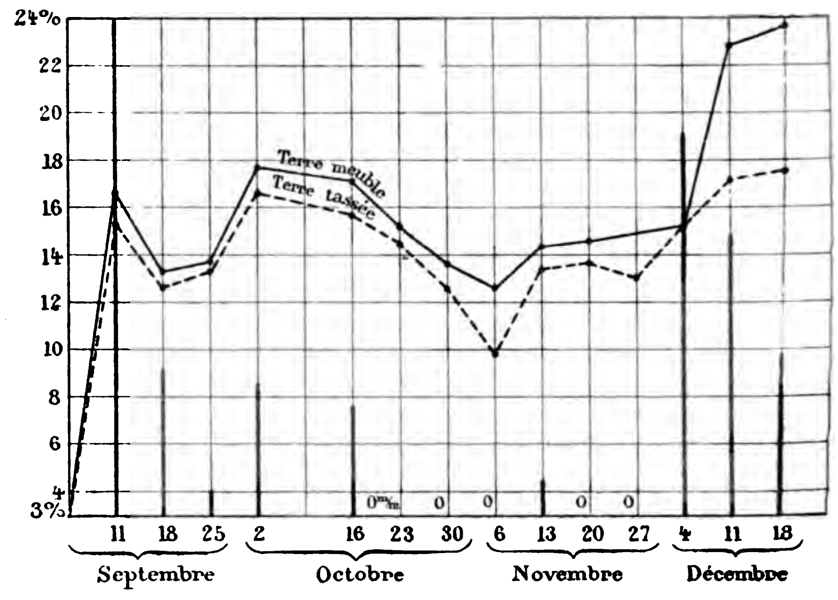
GRAPHIQUE II. — Mouvement de l'eau dans la terre tassée.



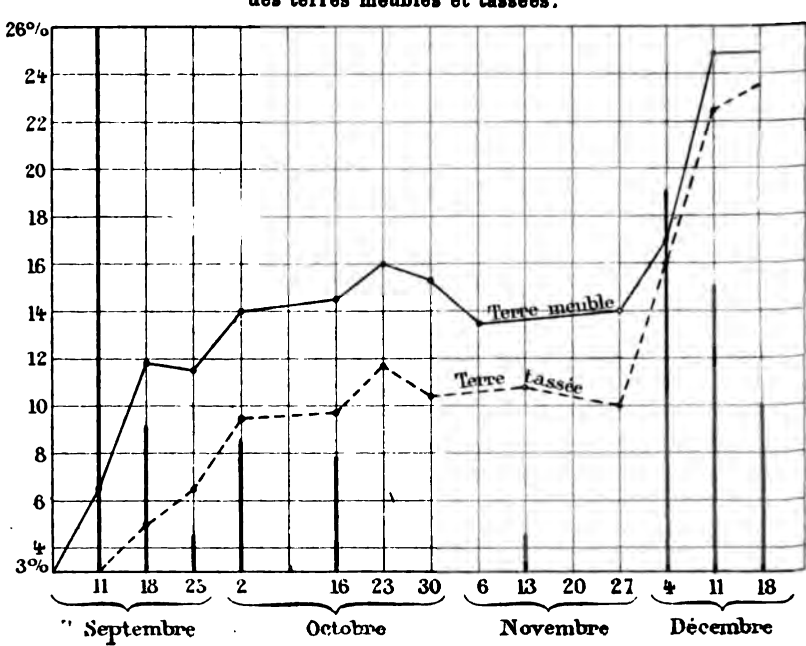
On voit très bien au contraire, dans le graphique n° II, que si dans la terre tassée, l'eau descend assez facilement dans la couche moyenne dont la courbe suit de très près celle de la couche superficielle, l'eau descend difficilement jusqu'à 13 centimètres, ce n'est qu'à partir du 27 novembre que la teneur en humidité de la couche profonde atteint et surpasse celle des couches superficielles.

On voit mieux encore les différences que présentent les terres meubles et tassées en réunissant sur le même dessin les courbes appartenant aux mêmes couches des terres meubles ou tassées. On reconnaît dans le graphique n° IV que les couches profondes

GRAPHIQUE III. — Mouvement de l'eau dans les couches superficielles des terres meubles et tassées.



GRAPHIQUE IV. — Mouvement de l'eau dans les couches profondes des terres meubles et tassées.



présentent de grandes différences d'humidité, tandis que le graphique n° III montre que les différences entre les couches superficielles sont bien moindres, mais que cependant c'est toujours la terre meuble qui est la plus chargée d'humidité.

§ IV. — Mouvements de l'eau dans la terre Changy (Guadeloupe) meuble ou tassée.

Cette terre est en observation à Grignon depuis plusieurs années déjà, elle est très filtrante; au moment où on a prélevé les échantillons dans le grand pot où elle reste exposée à la pluie, de façon à fournir des eaux de drainage, elle renfermait 22.9 p. 100 d'humidité. Malgré cette dose élevée, on a pu l'introduire dans un des vases de cuivre sans qu'elle y formât des masses compactes, elle est restée meuble au contraire, mais il a été facile d'autre part, grâce à son humidité, de la tasser fortement dans la seconde des cloches de cuivre où devaient être pris successivement les échantillons. Chacun des deux vases renfermait 1 kilo de gravier pour assurer l'écoulement de l'eau, par l'orifice inférieur; dans le vase à terre meuble, on a introduit 5,610 grammes de terre et 7,710 dans le vase à terre tassée; cette grande différence de poids indique que les deux terres méritent bien les noms de terre meuble ou tassée sous lesquels on les désigne.

Les résultats obtenus ont été réunis dans le tableau n° II, il renferme deux colonnes de plus que le tableau n° I; en effet, il était vraisemblable que les terres étant très chargées d'humidité, dès le début de l'expérience, fourniraient des eaux de drainage, et il fallait ménager des colonnes pour les inscrire.

Les terres ont été mises en observations le 22 janvier, et on a commencé à prendre des échantillons par les trois orifices latéraux le 29; bien qu'on n'ait pas constaté de pluie du 22 au 29, on trouve une légère augmentation d'humidité, sur les trois échantillons de terre meuble et sur deux de la terre tassée; les terres ont prélevé sur l'atmosphère une légère dose d'humidité.

La pluie tombe du 29 janvier au 1er Février, mais très faiblement, et les proportions d'humidité ne changent guère. Il n'en est plus ainsi du 1er au 15 février, la pluie est très abondante, et les proportions centésimales d'humidité s'élèvent dans le vase à terre meuble. Au début elle gagne plus que la terre tassée, aussi le

TABLEAU II. — Infiltration de l'eau dans une terre légère, meuble ou tassée.

Terre de la pièce Changy (Guadeloupe)

DATES DES OBSERVATIONS	EAU TOMBÉE depuis la dernière observation.		TERRE MEUBLE — Eau dans 100 parties de terre.			EAU de drainage.		TERRE TASSÉE — Eau dans 100 parties de terre.			EAU de drainage.	
	En millimètres.	Sur la surface d'un vase.	Haut.	Milieu.	Bas.	Totale.	Pour 100 de l'eau tombée.	Haut.	Milieu.	Bas.	Total.	Pour 100 de l'eau tombée.
22 janvier 1898.	»	c. cubes »	22.9	22.9	22.9	0	0	22.9	22.9	22.9	0	0
29 —	0	»	23.0	23.5	23.8	0	0	23.3	20.3	23.9	0	0
1er février.	2.0	58.4	23.9	23.2	23.8	0	0	24.2	20.0	24.0	0	0
5 —	17 1	502.0	29.8	30.8	31.6	55	10.8	29.7	29.4	30.6	0	0
13 —	8.6	251.0	30.8	30.5	31.1	295	117.4	31.5	31.9	31.6	108	43.0
20 —	7.4	216.0	29.2	31.2	33.3	208	96.2	32.3	32.7	33.3	50	23.0
28 —	19.3	563.0	31.1	31.5	33.8	526	93.5	30.9	32.7	34.0	210	37 3
5 mars.	22.6	657.0	33.1	32.6	33.8	595	90.5	33.0	33.2	34.1	220	33.6
14 —	20.3	593.0	30.0	31.1	31.8	576	97.1	31.0	31.7	32.5	264	44.5

5 février, elle contient 23.6 d'humidité contre 22.7 contenue dans la terre tassée, le 5, nous dépassons pour la terre meuble le point de saturation, elle contient à ce moment 30.7 d'humidité contre 29.9 ; mais le 13 février, c'est au contraire la terre tassée qui renferme un petit excès d'humidité; en effet nous trouvons 30.8 pour la terre meuble et 31.7 pour la terre tassée, et nous constatons des faits analogues jusqu'à la fin des observations; nous avons donc là un résultat contraire à celui que nous avons trouvé dans notre premier paragraphe, et il importe d'en saisir la raison.

Il est clair que les particules d'une terre meuble sont dans un équilibre instable; elles sont en quelque sorte suspendues par une de leurs arêtes, et ne reposent pas à plat les unes sur les autres comme elles le peuvent faire quand, tassées au maximum, elles s'appuient les unes sur les autres par de larges surfaces; or, du 5 au 13, il s'est fait dans la terre meuble un profond changement qui a déterminé l'écoulement d'une quantité d'eau supérieure à celle qui est tombée sur la surface; ce qui n'est possible que par suite d'une sorte d'effondrement de la masse précédemment ameublie.

Cet effondrement ne s'est sans doute pas produit dans la terre tassée dont les particules étaient déjà dans un état d'équilibre stable, de là le renversement de la capacité pour l'eau qui devient plus grande pour la terre tassée que pour la terre meuble.

Si la *capacité* pour l'eau diminue et devient inférieure à celle de la terre tassée dès le début, dans la terre ameublie, au commencement des essais, cette terre conserve cependant la faculté de se laisser traverser par l'eau de la pluie; quelques-uns des canaux par lesquels l'écoulement de l'eau se produit sont restés libres; c'est ce que montre clairement la mesure des eaux de drainage.

L'écoulement par l'orifice inférieur du vase à terre meuble commence le 5 février, cependant c'est seulement 10.8 p. 100 de l'eau tombée qui s'échappe; aucun écoulement ne se produit dans la terre tassée, la couche inférieure ne renferme que 30.7 p. 100 d'eau, ce qui n'est pas tout à fait la saturation pour cette terre, qui ne laisse écouler de l'eau que lorsque la proportion centésimale dépasse 31.

La pluie continue du 5 au 13 février, et, chose curieuse, nous recueillons, ainsi que nous venons de le dire, au-dessous de la terre meuble, plus d'eau qu'elle n'en a reçu. Nous avons déjà à

plusieurs reprises observé des faits semblables il y a quelques années, quand nous avons recueilli et mesuré les eaux de drainage des terres nues, et aussi dans les expériences sur la perméabilité de la terre, publiées naguère, ici-même, avec la collaboration de M. Demoussy [1]. On conçoit, en effet, que la pluie, déterminant le tassement de la terre, diminue les espaces vides dans lesquels l'eau peut se loger et que, par suite, une pluie favorise l'écoulement d'une partie de l'eau que la terre renfermait déjà. L'eau ne traverse que difficilement la terre tassée, et seulement 43 centièmes de l'eau de pluie s'égoutte ; en revanche, la quantité d'eau retenue est plus considérable. Pendant la fin de février et le commencement de mars, nous enregistrons constamment des chutes d'eau, que la terre meuble laisse passer presque entièrement, car si on examine la colonne : *eau de drainage pour* 100 *de l'eau tombée*, on trouve des nombres qui oscillent entre 90 et 97; il est bien loin d'en être de même pour la terre tassée : la quantité d'eau de drainage recueillie ne représente jamais la moitié de l'eau tombée.

Ces différences sont absolument d'accord avec celles que nous avons constatées entre la terre de Grignon, meuble et tassée; il est visible que l'eau traverse aisément une terre meuble et gagne les profondeurs, tandis que son passage est retardé dans la terre tassée. C'est au reste ce que nous avions constaté déjà dans notre précédent mémoire.

Nos appareils n'étaient malheureusement pas disposés de façon qu'il fût aisé de les peser régulièrement, et il faut avoir recours au calcul pour connaître les quantités d'eau absolues que renferment les terres meubles ou tassées. Les deux vases ayant reçu les mêmes quantités d'eau, il est intéressant de chercher ce qu'elle devient suivant qu'elle tombe sur une terre meuble ou tassée. Il nous est facile de mesurer la quantité d'eau qui a traversé les deux terres et qui a gagné les flacons représentant le sous-sol d'une terre en place; mais pour calculer l'eau évaporée, il est nécessaire de savoir quelle est celle que renferment les deux terres, au moment où, le 15 mars, l'on met fin à l'expérience.

Au début, les 5,610 grammes de terre meuble introduits renfermaient 22.9 p. 100 d'eau et par suite 77.1 de terre sèche, il y avait donc à ce moment dans le vase n° 1, 4,325 grammes de terre

1. *Ann. agr.*, t. XXII, p. 49.

sèche et 1,285 d'humidité, à la fin des observations, nous trouvons que cette terre renferme 30.9 p. 100 d'eau ou 69.1 de terre sèche, d'où on trouve pour le poids de terre humide $\frac{4,325 \times 100}{69.1} = 6.259$, et pour le poids d'eau 6,259 — 4,325 = 1,934. A l'origine, la terre en renfermait 1,285 grammes, elle en contient actuellement 1,934, elle en a donc gagné 648; si nous ajoutons à ce nombre les 1,829 grammes d'eau écoulée, nous aurons une somme de 2,478 grammes, qui, soustraite des 2,840 grammes de pluie, donnera l'eau évaporée; elle est de 362 grammes ou seulement de 12.7 p. 100 de l'eau tombée.

Si nous calculons de même les nombres relatifs à la terre tassée, nous trouvons qu'à l'origine, les 7,710 grammes de terre à 22.9 p. 100 d'humidité renfermaient 5,944 grammes de terre sèche et 1,766 grammes d'humidité. A la fin des observations, la terre renferme 31.7 d'eau; son poids est donc devenu $\frac{5,944 \times 100}{68.3}$ = 8,702, formé de 5,944 de terre sèche et de 2,758 grammes d'eau; pendant la durée des observations, la terre a gagné 2,758 — 1,766 = 992 grammes. Il est donc resté dans la terre tassée plus d'eau que dans la terre ameublie à l'origine, mais tassée par la pluie.

On a recueilli 852 grammes d'eau d'égouttement, d'où on trouve pour l'eau évaporée : 2,840 — (852 + 992) = 996 grammes ou 35.0.

Pour plus de clarté, nous résumerons ces nombres par le tableau suivant :

Emmagasinement, infiltration et évaporation dans la terre légère de la Guadeloupe.

		Meuble.	Tassée.
Eau emmagasinée.	Totale	648	992
	P. 100 de l'eau tombée	22.9	34.9
Eau infiltrée.	Totale	1.829	852
	P. 100 de l'eau tombée	64.4	30.0
Eau évaporée	Totale	362	996
	P. 100 de l'eau tombée	12.7	35.0

Cette comparaison montre très clairement que l'eau qui tombe sur une terre meuble la traverse et vient enrichir le sous-sol, tandis que lorsqu'elle arrive sur une terre tassée, elle y séjourne, s'infiltre mal dans le sous-sol, mais disparaît en grande partie par évaporation.

§ V. — Mouvements de l'eau dans la terre forte du Centre Roujol (Guadeloupe).

Comme la terre Changy, celle du Centre Roujol provient d'un envoi qui m'a été fait de la Guadeloupe, il y a déjà plusieurs années. Cette terre est restée dehors, exposée à la pluie et au soleil, dans un pot portant au fond un orifice destiné à l'écoulement des eaux de drainage. Tandis que la terre Changy est très filtrante et laisse aisément couler l'eau de la pluie, la terre Roujol est plus forte et se laisse moins facilement traverser, et c'est précisément à cause de ces différences de propriétés qu'on l'a choisie pour la mettre en comparaison avec la terre Changy.

La terre meuble introduite le 22 janvier dans un des vases de cuivre, au-dessus de la couche de cailloux, pesait exactement 6,000 grammes ; en tassant fortement la terre qui fut placée dans un vase tout semblable, on réussit à en faire pénétrer 9 kil. 100. La terre mise en expériences renfermait 25.6 centièmes d'humidité.

Les résultats des dosages d'humidité sont réunis dans le tableau n° III.

Le 29 janvier, on voit qu'il s'est déjà produit quelques petites différences dans les proportions centésimales d'humidité : dans la terre meuble, les doses vont en croissant de la surface aux couches profondes et il en est toujours ainsi dans toutes les déterminations suivantes, de telle sorte que le 5 février, après une forte pluie, la terre du bas est saturée et commence à laisser écouler de l'eau de drainage ; à ce moment, la terre tassée n'a pas encore laissé passer l'eau jusqu'à la couche profonde, qui est moins chargée qu'elle ne l'était à l'origine.

L'écoulement du 5 février de la terre meuble est faible, mais il montre que la terre est saturée; elle renferme en moyenne 31.9 centièmes d'humidité, tandis que la terre tassée n'en contient que 28.9. Le 13 février, les deux terres laissent couler de l'eau de drainage, elles sont donc saturées l'une et l'autre; or, la terre meuble renferme à ce moment 31.9 centièmes d'humidité, comme au dosage précédent, tandis que la terre tassée en contient seulement 29.4 ; la *capacité pour l'eau* de la terre meuble est donc supérieure à celle de la terre tassée.

TABLEAU III. — Infiltration de l'eau dans une terre forte (terre de la Guadeloupe Centre Roujol).

DATE de la prise d'échantillons.	EAU TOMBÉE depuis la dernière observation.		TERRE MEUBLE — Eau dans 100 parties de terre.			EAU de drainage.		TERRE TASSÉE — Eau dans 100 parties de terre.			EAU de drainage.	
	En millimètres.	Sur la surface d'un vase	Haut.	Milieu.	Bas.	Totale.	Pour 100 de l'eau tombée.	Haut.	Milieu.	Bas.	Totale.	Pour 100 de l'au tombée.
		c. cubes.				c. cubes.					c. cubes.	
22 janvier	»	»	25.6	25.6	25.6	»	»	25.6	25.6	25.6	»	»
29 —	0	0	23.7	24.2	26.8	»	»	26.5	26.1	24.1	»	»
1er février	2.0	58.4	24.4	24.2	26.2	»	»	27.0	26.3	23.9	»	»
5 —	17.1	502.0	30.8	30.9	33.9	20	3.9	29.8	28.9	28.1	0	»
13 —	8.6	251.0	31.4	31.1	33.2	176	70.0	30.9	28.5	28.7	108	43.0
20 —	7.4	216.0	31.2	31.5	32.8	208	96.2	30.2	27.0	29.0	16	7.8
26 —	19.3	563.0	31.3	31.2	34.8	480	85.2	29.8	26.9	27.7	72	12.8
5 mars	22.6	657.0	32.3	31.2	33.0	460	70.0	31.0	29.2	33.0	69	10.5
14 —	20.3	593.0	33.0	32.5	32.4	485	80.0	31.3	27.9	27.4	10	1.7
Moyenne et totaux	»	2840.4	29.3	29.1	30.9	1829	»	30.7	29.4	29.7	275	»

Le 20 février, la terre meuble laisse couler presque toute l'eau qu'elle a reçue, tandis que la proportion qui gagne le sous-sol au-dessous de la terre tassée ne représente pas la moitié de la pluie tombée jusqu'à la fin des observations; la terre meuble donne infiniment plus d'eau de drainage que la terre tassée.

Si on prend la moyenne des observations, on voit que c'est dans les deux cas la couche de terre du milieu qui est la plus sèche, mais que dans la terre meuble, c'est la couche du bas qui est la plus humide, tandis qu'au contraire, c'est la couche superficielle de terre tassée qui présente le maximum d'humidité.

Si, au lieu de se borner à considérer les proportions centésimales d'eau contenues dans les deux terres, on calcule les quantités absolues, on arrive à des résultats fort curieux; on constate tout d'abord que la terre meuble a retenu 21.9 centièmes de l'eau qu'elle a reçue, tandis que la terre tassée n'en a conservé que 10.2 centièmes.

La terre meuble a enrichi son sous-sol de 1,829 centimètres cubes d'eau, soit 64.4 de l'eau reçue, tandis que la terre tassée n'en a laissé couler que 275 centimètres cubes ou 9.6 centièmes; si enfin, on défalque de l'eau tombée la somme de celle qui a été retenue et de celle qui a traversé, on trouve l'eau qui s'est évaporée ; la différence est ici excessive; tandis que la terre meuble n'a perdu par évaporation que 13.6 p. 100 de l'eau tombée, la terre tassée en a perdu 80.1 centièmes, c'est-à-dire les quatre cinquièmes; tous les nombres que nous venons de citer sont réunis dans le tableau ci-dessous :

		TERRE DU CENTRE ROUJOL (GUADELOUPE)	
		Meuble	Tassée.
Terre introduite		6.000	9.100
Terre sèche introduite		4.464	6.770
Eau à l'origine		1.536	2.330
Eau à la fin des observations		2.159	2.620
Eau gagnée		623	290
Eau gagnée p. 100 de l'eau tombée		21.9	10.2
Eau écoulée	Totale	1.829	275
	P. 100 de l'eau tombée	64.4	9.6
Eau évaporée	Totale	388	2.275
	P. 100 de l'eau tombée	13.6	80.1

Les différences que nous avons déjà constatées entre les terres meubles et les terres tassées, sensibles pour les échantillons de

Grignon et de Changy, qui appartiennent l'un et l'autre à des terres filtrantes, deviennent énormes pour la terre forte du Centre Roujol; quand elle n'est pas ameublie, elle conserve très mal l'eau de la pluie; au lieu de descendre dans le sous-sol, où elle se trouve à l'abri de l'évaporation, l'eau qui séjourne à la surface s'y évapore et l'enrichissement du sous-sol est très faible.

Il convient d'insister sur ces résultats et de montrer à quel point l'ameublissement est favorable aux terres fortes. Non travaillées, elles perdent les quatre cinquièmes de l'eau de la pluie, elles sont donc incapables de résister à la sécheresse ; bien ameublies, au contraire, elles retiennent une quantité d'eau notable, et laissent filtrer dans le sous-sol les deux tiers de l'eau de la pluie.

Celle-ci s'arrête dans le sous-sol qu'on n'a pu ameublir et qui par suite reste peu filtrant, elle s'y accumule et y forme de puissantes réserves; elles remontent difficilement au travers de la couche ameublie, qui ne possède qu'une très faible évaporation, et descendent même très lentement jusqu'aux profondeurs inaccessibles aux racines. Une terre forte, comme celle que nous avons mise en expériences, est donc absolument propre à la culture des plantes qui envoient leurs racines dans le sous-sol, et on sait, en effet, que les terres peu filtrantes conviennent très bien à la culture du blé.

Visiblement, cette accumulation de l'eau dans le sous-sol des terres fortes peut créer des dangers; les quantités d'air et d'eau que renferment les terres sont complémentaires et l'excès d'humidité rend l'aération insuffisante; on remédie à ces inconvénients par le drainage, qui détermine l'écoulement des eaux surabondantes; mais on comprend, sans qu'il soit besoin d'insister davantage, quelles qualités présentent les terres fortes, quand le sous-sol étant assaini par le drainage, la surface est bien ameublie par le travail.

§ VI. — Influence de l'infiltration de l'eau dans le sous-sol sur l'abondance des récoltes.

Les expériences résumées dans les pages précédentes conduisent aux conclusions suivantes :

1° L'eau pénètre dans une terre ameublie, tandis qu'elle glisse et s'écoule sur la surface d'une terre tassée.

2° Une terre ameublie présente une capacité pour l'eau supérieure à celle d'une terre tassée; il peut arriver cependant, que sous l'influence de pluies prolongées, la terre meuble s'effondre, que ses vides se comblent, que sa capacité pour l'eau diminue et tombe au-dessous de celle de la terre tassée dès le début.

3° Une terre ameublie se laisse facilement traverser par l'eau; elle s'y infiltre et constitue dans le sous-sol de puissantes réserves d'humidité.

4° L'eau s'infiltre difficilement dans une terre tassée, elle y est exposée à de grandes pertes par évaporation et ne constitue dans le sous-sol que de faibles réserves.

Il s'agit maintenant d'appuyer les conclusions précédentes d'observations tirées des cultures. Chacun sait que les terres bien travaillées donnent plus que celles qui ont été mal ameublies, mais on ne saurait tirer de cette supériorité un argument en faveur des propositions précédentes, car les causes qui influent sur les récoltes sont tellement nombreuses, qu'on ne peut certifier que, si elles sont plus abondantes dans un cas que dans l'autre, cette supériorité soit due à l'emmagasinement de l'eau que favorise le travail du sol.

Je suis en mesure cependant de montrer que l'emmagasinement de l'eau dans le sol, que la constitution des réserves d'humidité dans les profondeurs du sous-sol exercent une influence très marquée, et cela grâce à la comparaison que je puis établir entre les récoltes obtenues des parcelles du champ d'expériences de Grignon et des cases de végétation qui en sont très voisines.

Emmagasinement de l'eau dans une terre ameublie. — A l'automne de 1897, j'ai fait exécuter sur une des cases de végétation de Grignon le travail suivant : j'ai fait extraire les 4 mètres cubes de terre qui la remplissent pour enlever une épaisse couche de cailloux qui en garnit le fond, puis la terre a été remise en place; une case voisine n'a pas été soumise à ce travail, elle a été travaillée à la bêche, à la surface seulement, comme on le fait tous les ans; j'indiquerai dans un autre mémoire l'influence qu'a exercée sur la récolte de blé cet ameublissement complet du sol d'une des cases, je parlerai seulement aujourd'hui de son action sur une culture dérobée de vesce, établie après blé.

L'automne ayant été très sec et les semis de cultures dérobées tardifs, à cause de la lenteur de la moisson, les cultures dérobées

ont très mal réussi; sur les cases cependant, grâce aux arrosages, elles se sont développées; on a arrosé, de la même façon, deux cases voisines, l'une ayant été remuée dans toute sa profondeur, ainsi qu'il a été dit, l'autre seulement à 35 centimètres environ; or, au moment où j'écris, 25 septembre, la terre ameublie dans toute sa hauteur porte une récolte infiniment supérieure à celle qui croît sur la terre travaillée seulement à la surface, et comme toutes les autres conditions sont identiques, que l'influence des arrosages a été décisive, puisque la vesce non arrosée est misérable, il semble qu'on puisse attribuer la luxuriance de la récolte sur la terre ameublie à la quantité d'eau que la terre a pu emmagasiner dans les profondeurs et soustraire à l'évaporation excessive des chaudes journées d'août et de septembre.

Utilisation des réserves du sous-sol par les plantes à longues racines. — J'ai déjà insisté, à bien des reprises différentes, dans les nombreux mémoires que j'ai consacrés dans ce recueil à l'étude des eaux de drainage, sur la différence des récoltes de blé obtenues sur les cases et dans les parcelles; il est utile cependant de réunir ces résultats de façon à éviter les recherches dans plusieurs volumes.

Culture du blé : Quintaux métriques de grains recueillis à Grignon par hectare.

		Dans les cases.	Dans les parcelles.
Blé à épi carré Porion. .	1892.	17.2	19.8
— . .	1893.	14.9	24.3
— . .	1894.	22.7	31.6
Blé à épi carré Dattel . .	1895.	20.0	33.0
— Australie.	1895.	23.0	38.0
— Porion. .	1895.	24.0	30.0
— Porion. .	1896.	18.9	32.0

Les différences sont, comme on voit, considérables. Il est bien à remarquer que les cases de Grignon ont 1 mètre de profondeur, qu'elles sont remplies de la terre prise à la place même où elles ont été construites et que, par suite, elle est absolument de même nature que celle des parcelles voisines. Les différences de rendement, que je viens de rappeler, m'ont frappé, il y a plusieurs années déjà, et pour savoir à quoi elles sont dues, j'ai exécuté dans les cases et dans les parcelles des fouilles afin de suivre la dispo-

sition des racines. Nous avons rappelé plus haut que les racines du blé, très fines, très déliées, extrêmement longues, descendent verticalement dans le sol jusqu'à une profondeur de 75 centimètres environ, 1 mètre même, et que, parfois, elles sont encore plus longues. Pour les obtenir sans les briser, il faut beaucoup de patience et beaucoup d'adresse; ces racines traversent la terre meuble, atteignent le sous-sol, profitent de tous les trous pratiqués par les insectes et, à Grignon, s'enfoncent dans le calcaire sur lequel repose la terre arable.

Quand on examine ces racines au microscope, on reconnaît que si, dans le jeune âge, elles portent des poils absorbants sur toute leur longueur, ces poils tombent à mesure que la saison avance, tellement qu'en juin, il n'en existe plus guère qu'à l'extrémité. Cette constatation est d'une grande importance, car elle nous fait concevoir qu'une récolte de blé ne sera abondante qu'à la condition qu'elle rencontrera dans le sous-sol l'eau nécessaire à sa transpiration ; or, le fond des cases de végétation, à Grignon, est couvert d'une couche de cailloux de 2 centimètres de hauteur environ, qu'on y a disposée pour assurer l'écoulement des eaux de drainage ; ces cailloux ne conservent pas l'eau, et les racines de blé les enlacent de toutes parts ; elles s'y développent d'autant plus que l'eau y est plus rare, et c'est d'une case que j'ai extrait, il y a quelques années, une racine d'une longueur de $1^{m}75$. Cette absence d'eau dans le sous-sol des cases est fatale au blé; aussi voyons-nous que les récoltes de blé sont infiniment plus faibles dans les cases que dans les parcelles, où elles peuvent s'étendre à l'aise et descendre jusqu'aux couches assez profondes pour conserver des réserves d'humidité.

Ce n'est pas seulement à Grignon que j'ai pu suivre la descente des racines du blé jusque dans le sous sol; j'ai fait exécuter des fouilles dans les domaines que possède la Société des usines de Bourdon dans la Limagne d'Auvergne. J'y ai vu les racines du blé traverser la riche terre noire, et s'enfoncer tout droit jusqu'à une couche de sable aquifère reposant sur de l'argile et située à plus d'un mètre de profondeur. Je connais, dans un de ces domaines, une pièce qui donne habituellement de très belles récoltes de blé; le sous-sol est si humide qu'il abreuve les racines de roseaux, dont on n'a jamais pu se débarrasser.

Le blé va donc chercher l'eau jusque dans les profondeurs du

sous-sol et c'est précisément à la longueur de ses racines qu'il doit son habitat sur les plateaux.

On remarquera que les récoltes de blé sont mauvaises sur les cases, bien que l'épaisseur de terre soit considérable et bien que cette terre soit humide; il suffit que le sous-sol ne le soit pas, pour que la quantité de grain récoltée diminue et dans une grande proportion. Quand, au contraire, le sous-sol renferme de fortes réserves d'humidité, ainsi que cela arrive, comme nous l'avons vu plus haut, pour les terres fortes bien ameublies, les récoltes de blé deviennent abondantes, et ce sont ces sortes de terre qu'on désigne souvent sous le nom de terres à blé.

Pendant cette année 1898, la luzerne fournit encore un excellent exemple de l'influence qu'exerce l'humidité du sous-sol sur l'abondance des récoltes des plantes à longues racines; on se rappelle combien le printemps et l'été ont été humides; aussi la luzerne a-t-elle fourni trois coupes excellentes, et à la fin de septembre, elle donnerait encore un troisième regain passable, si l'abondance des fourrages n'en rendait pas la coupe inutile. Dans les cases, on a obtenu deux bonnes coupes, mais ensuite, les mois d'août et de septembre ayant été secs, la luzerne s'est flétrie, et il a fallu l'arroser pour la faire repartir; l'arrosage a eu lieu sur une des cases et non sur une autre; or, sur cette case non arrosée, la luzerne est comme morte, tandis que, je le répète, en pleine terre non arrosée, elle a donné trois coupes au lieu de deux et végète encore vigoureusement à la fin de septembre.

On a fait exécuter une fouille dans une de ces parcelles de luzerne, on y a vu les racines descendre jusqu'à 1^{m},50 environ; et on conçoit très bien que la plante ait pu végéter, puisqu'à cette profondeur on trouvait encore 10.9 pour 100 d'eau.

Toutes les plantes n'ont pas cependant de longues racines descendant jusqu'aux grandes profondeurs; quand on fait une fouille dans une pièce de betteraves pour suivre le mouvement des racines, on voit qu'au lieu de descendre verticalement comme celles du blé, elles obliquent et restent dans les couches moyennes; aussi, elles souffrent bien plus de la sécheresse que le blé; j'ai vu dans la Limagne d'Auvergne des cultures de betteraves en mauvais état, les feuilles aplaties sur le sol, jaunies, bien que le sous-sol renfermât encore de grandes réserves d'humidité.

Les cultivateurs cherchent à combattre cette facile dessiccation

des betteraves, en ameublissant une couche aussi profonde que possible, afin d'y emmagasiner une bonne provision d'eau; sans doute, cette terre ameublie laisse couler une partie de l'eau de la pluie, mais, comme nous l'avons vu au cours de ce mémoire, sa capacité pour l'eau est augmentée, et par suite, les réserves où puisera la betterave plus fortes que dans une terre tassée.

Il arrive en outre que l'eau remonte, par capillarité, du sous-sol jusqu'aux couches où s'arrêtent les racines des betteraves, et les cultures comparées des betteraves établies sur les parcelles du champ d'expérience et sur les cases fournissent de cette intervention des eaux souterraines des exemples frappants.

Pendant les années d'une humidité moyenne, les récoltes sont à peu près semblables en pleine terre et dans les cases, on en jugera par les nombres suivants :

Rendements à l'hectare des betteraves Vilmorin améliorées.

	Cases.	Parcelles.
1892	38.250	24.600
1894	36.500	30.850
1896	30.600	34.800

Les différences sont tantôt dans un sens et tantôt dans l'autre. Mais il n'en est plus de même pour les années sèches : pendant cette année 1898, tandis qu'en septembre les betteraves de pleine terre continuent de végéter régulièrement, qu'elles ont encore des feuilles bien vertes, celles des cases sont mûres; toutes les feuilles, jaunies, fanées, gisent sur la terre. C'est bien le manque d'eau qui détermine ces différences, car les betteraves de deux cases qui ont été régulièrement arrosées portent des feuilles bien vertes et continuent à végéter.

L'exemple le plus frappant de l'influence de l'eau du sous-sol m'a été fourni pendant l'automne très sec de 1895 : tandis que les racines de pleine terre présentaient une composition normale, celles des cases de végétation, petites, rabougries, renfermaient 36.5 de matière sèche, près du double de ce qu'on observe habituellement.

Les différences frappantes qu'on constate pendant les années de sécheresse, entre les racines qui peuvent bénéficier des réserves du sous-sol et celles qui en sont privées, montrent que l'eau du sous-

sol est capable de s'élever dans les couches moyennes; c'est là au reste ce qu'établissent les expériences que je vais exposer dans le § VII.

Avant d'arriver à ces travaux de laboratoire, je veux essayer de résumer brièvement les observations précédentes. Il ne suffit pas, pour que nos plantes de grande culture végètent régulièrement, que la terre soit profonde, bien ameublie, il faut encore que cette terre puisse constituer dans le sous-sol, au delà d'un mètre, des réserves d'humidité. Elles manquent dans les cases; toute l'eau qui traverse arrive à la couche de cailloux, elle n'y persiste pas et s'écoule sur le fond imperméable de ciment pour atteindre les bonbonnes destinées à la recueillir. En pleine terre, il en est autrement; au-dessous de la terre, qui présente habituellement une profondeur de $1^m,50$, se trouve un calcaire fendillé dans lequel l'eau persiste, puis une couche d'un sable calcaire très filtrant, mais susceptible cependant de conserver une certaine quantité d'eau.

Ce sont ces réserves qu'utilisent les plantes à longues racines, comme le blé ou la luzerne, qui, pendant les années moyennes, périclitent dans les cases et prospèrent en pleine terre; ce sont ces réserves qui maintiennent encore les betteraves en végétation pendant les années sèches; mais, comme leurs racines ne sont pas capables d'aller chercher l'eau du sous-sol, il faut que celle-ci remonte par capillarité des couches profondes jusqu'aux couches moyennes; or, la capillarité s'établit d'autant plus facilement dans une masse pulvérulente que les espaces qui séparent les particules les unes des autres sont plus étroits, d'où il semble *a priori* que le travail du sol va devenir défavorable par les obstacles qu'il opposera à cette ascension. Nous sommes donc conduits à chercher comment l'eau s'élève : dans une terre meuble et dans une terre tassée.

§ VII. — Ascension de l'eau des couches profondes aux couches superficielles.

Nous essayons de montrer dans ce mémoire que le travail du sol a essentiellement pour but de créer dans le sol des réserves d'humidité.

Nous avons vu dans les pages précédentes qu'une terre ameublie présente une capacité pour l'eau supérieure à celle d'une terre tassée; nous avons vu, en outre, que la terre meuble, se lais-

sant aisément traverser par l'eau, constitue dans le sous-sol des réserves plus abondantes que celles que peut former une terre tassée; en effet, la lenteur de descente de l'eau dans une terre dont les canaux d'écoulement sont peu abondants et étroits, son séjour prolongé à la surface ou dans les couches superficielles l'exposent à des pertes considérables par évaporation.

L'ameublissement nous a donc apparu jusqu'à présent comme essentiellement favorable au développement des végétaux, mais il nous reste à discuter un dernier point; le mouvement ascensionnel de l'eau des couches profondes aux couches moyennes est, comme nous venons de le voir, nécessaire dans les années de sécheresse; ce mouvement se produit-il encore dans une terre ameublie, et dans quelle mesure? C'est pour éclairer cette question qu'ont été disposées les expériences dont nous allons rendre compte.

On a fermé avec de l'ouate la partie étroite de deux allonges verticales de 20 centimètres de haut environ; puis, après avoir recouvert cette ouate d'une couche de menus graviers de 1 centimètre environ, on y a fait pénétrer les terres. Les allonges portaient à la partie inférieure un bouchon muni d'un tube recourbé à angle droit, lié par un caoutchouc avec un petit flacon de Mariotte. L'orifice inférieur du tube pénétrant dans l'eau du vase se trouvait exactement à la hauteur des graviers des allonges, de telle sorte que la capillarité devait seule entrer en jeu pour faire monter l'eau dans la terre.

L'allonge n° 5 reçut 1.400 grammes de terre meuble, celle qu'on introduisit dans l'allonge n° 6 fut fortement tassée, il en pénétra 1.900 grammes.

L'expérience commence le 3 juin, dans la matinée, les allonges sont maintenues au laboratoire et ne reçoivent pas les radiations directes du soleil; on pèse exactement les allonges remplies de terre et les flacons de Mariotte.

Le soir du 3 juin, l'eau s'est élevée rapidement dans les deux terres; le petit flacon communiquant avec la terre meuble a perdu 235 grammes; on le remplit d'eau de nouveau; le lendemain 4 juin, il a perdu encore 132 grammes; le premier jour, il aurait donc passé dans la terre 235 + 132 ou 367 grammes, c'est-à-dire que 100 grammes de terre auraient absorbé 26.2 d'eau; celle-ci s'est élevée jusqu'à la partie supérieure; la terre est bien mouillée.

Les 1900 grammes de la terre tassée ont absorbé le premier jour 271 centimètres cubes et le second 13 centimètres cubes seulement; la quantité totale absorbée est donc de 284 grammes, ou pour 100 : 14.9 d'humidité; la terre était mouillée jusqu'à la partie supérieure.

Ainsi, dans ce premier essai, où la terre se trouvait en contact par sa partie inférieure avec une quantité d'eau indéfinie, on a trouvé que l'eau a pénétré en plus grande quantité dans la terre meuble que dans la terre tassée; l'avantage s'est trouvé du côté où les espaces vides, dans lesquels l'eau trouve à se loger, étaient plus étendus.

Si donc une terre reposait sur une couche d'argile laissant ruisseler à sa surface une nappe d'eau, on obtiendrait dans la terre superficielle une quantité d'eau maxima, en l'ameublissant. La capillarité est encore suffisante dans une terre ameublie pour déterminer l'ascension de l'eau, et comme les espaces qu'elle offre à l'eau sont plus vastes que ceux que présente la terre tassée, l'eau pénètre en plus grande quantité dans celle-là que dans celle-ci.

Toutefois, les conditions que nous venons d'indiquer sont un peu exceptionnelles, et il était intéressant de voir ce qui adviendrait de l'ascension de l'eau dans des terres meubles ou tassées, quand la quantité mise en contact avec la partie inférieure du sol serait limitée.

On a disposé de la terre meuble dans une allonge analogue à celle de l'expérience précédente, communiquant également avec un vase de Mariotte; la terre franche introduite dans l'appareil n° 7 pesait 1,200 grammes; dans une autre allonge, n° 8, on a tassé de la terre prise dans le même lot que celle de l'expérience précédente; le tassement a permis d'introduire 2 kilogrammes de terre; la communication a été établie avec les vases de Mariotte, et l'eau s'est élevée dans les deux terres, mais quand le changement de couleur de la terre a montré que l'eau avait pénétré à environ la moitié de la hauteur, on a arrêté la communication entre les vases de Mariotte et les allonges, de façon à voir comment l'eau se propagerait de bas en haut dans ces deux terres.

Le lendemain, on constate que, dans la terre tassée, l'eau s'est élevée jusqu'à la surface; non seulement la terre présente la même teinte dans toute sa hauteur, mais, en outre, on reconnaît facile-

ment au toucher que la surface est mouillée. Il en est autrement dans la terre meuble : l'eau s'est arrêtée à 2 centimètres environ au-dessous de la surface.

Ainsi, quand la quantité d'eau est limitée, l'ascension de l'humidité se fait mieux dans la terre tassée que dans la terre meuble, et il est naturel qu'il en soit ainsi; la capillarité ne s'exerce, en effet, qu'aux courtes distances; or, les deux allonges en expérience avaient à peu près les mêmes dimensions, et cependant on a trouvé le moyen d'introduire 2,000 grammes de terre quand on l'a fortement comprimée, tandis qu'on a logé dans l'autre allonge 1,200 grammes seulement. Visiblement, dans le second cas, les espaces qui séparent les molécules de terre étaient plus larges que dans le premier et, par suite, la capillarité devait entrer en jeu plus difficilement.

Au début, l'allonge 7 a absorbé 114 grammes d'eau, ce qui représente 9.5 d'eau p. 100 de terre. Pendant le même temps, la terre tassée de l'allonge n° 8 en a absorbé 134 grammes, ce qui représente 6.7 seulement.

On trouve donc, comme dans l'expérience précédente, que la terre meuble absorbe par rapport à son poids une quantité plus forte que celle qu'emmagasine la terre tassée; mais il est bien à remarquer que, malgré cet avantage, la terre tassée élève l'eau plus facilement que la terre meuble, et cette observation justifie pleinement les pratiques agricoles qui suivent d'ordinaire les semailles.

Pour observer plus complètement encore le mouvement ascensionnel de l'eau dans des terres meubles et tassées, on a répété ces expériences en employant des allonges de plus grande dimension, mesurant environ 33 centimètres de hauteur; on a obturé la douille avec de l'ouate et elle a été recouverte d'une petite couche de graviers; on y a fixé enfin un bouchon muni d'un tube recourbé, lié, comme il a été dit précédemment, à un petit flacon de Mariotte.

L'allonge n° **3** a reçu 1,850 grammes de terre franche meuble, tandis qu'en tassant cette même terre franche dans l'allonge n° **10**, on a pu en introduire 2,300 grammes; l'extrémité des tubes des vases de Mariotte est précisément à la hauteur où commence la couche de terre; quand on met la partie inférieure des allonges en contact avec l'eau, on la voit s'élever par capillarité dans les deux terres; elle s'infiltre plus rapidement dans la terre meuble que dans la terre tassée; quand toute l'eau des flacons a été prise, on

trouve que l'eau s'est élevée dans la terre meuble jusqu'à une hauteur de 14 centimètres et dans la terre tassée jusqu'à 16 cent. 5.

On laisse l'ascension se continuer du 27 juin au 3 juillet, de façon à voir comment elle se produirait dans les deux terres; ce jour-là, elle atteint 27 centimètres dans la terre meuble et 31 centimètres dans la terre tassée; elle ne s'est donc pas élevée tout à fait jusqu'à la surface. En remettant de l'eau dans les flacons de Mariotte et en rétablissant la communication, on trouve qu'en deux jours, l'eau monte jusqu'à la surface dans les deux vases.

L'eau s'élève donc aisément de bas en haut dans la terre meuble comme dans la terre tassée, et d'après cette expérience, comme d'après la précédente, un peu plus vite dans la terre tassée que dans la terre meuble.

Pour vérifier ces résultats par une autre méthode, on a cherché à voir comment se ferait l'évaporation de l'eau s'élevant d'une couche d'eau indéfinie dans deux terres d'égale surface dont l'une était meuble et l'autre tassée ; ces terres étaient placées dans deux entonnoirs dont la douille plongeait dans de l'eau contenue dans deux vases à précipité ; l'entonnoir reposait sur le vase, de façon à intercepter complètement la communication avec l'air extérieur; l'évaporation ne pouvait donc se faire que par la surface de la terre.

En pesant tout le système à divers intervalles, on savait quelle était la perte de poids et, par suite, l'évaporation, due à la montée de la terre jusqu'à la surface :

Perte de poids par évaporation de deux terres mises en communication, par leur partie inférieure, avec une nappe d'eau.

	Terre meuble.	Terre tassée.	Différence.
Du 8 au 22 juin.	159 gr.	174 gr.	15 gr.
Du 22 au 30 juin.	96	105	9
Du 10 juin au 13 juillet . . .	145	156	11
Du 13 au 31 juillet.	245	288	43
Eau évaporée totale.	645	723	78

Cette expérience démontre, comme les précédentes, que l'eau s'élève mieux au travers de la terre tassée qu'au travers de la terre meuble, et nous allons voir que cette observation est tout à fait d'accord avec la pratique très répandue du roulage.

§ VIII. — Le travail du sol a pour but d'y créer des réserves d'humidité.

L'eau est la condition même de la vie de la plante; si l'humidité fait défaut, si les racines n'apportent pas aux feuilles de quoi subvenir à leur transpiration formidable, la plante périclite, cesse de grandir, et si la pénurie d'eau persiste, les récoltes sèchent rapidement et ne fournissent que de médiocres rendements. Ils ne sont abondants qu'autant que l'approvisionnement d'eau du sol permet aux plantes de traverser sans pâtir les longues périodes de sécheresse.

Pour assurer cet approvisionnement, le cultivateur, dès l'automne, ouvre sa terre durcie par la dessiccation causée par les plantes mêmes et par les chaleurs de l'été; en brisant la croûte superficielle, il permet à l'eau de ne pas couler sur la surface, mais au contraire de pénétrer ; ce premier travail a donc essentiellement pour but de commencer l'approvisionnement d'eau de la terre et, par suite, de la rendre assez molle, assez souple pour que les grands labours deviennent possibles.

Ces labours ameublissent une couche que les progrès de la construction des machines permettent de rendre de plus en plus épaisse; on retourne, on brise la terre jusqu'à 30 ou 35 centimètres; la charrue, toutefois, forme souvent des mottes assez dures, compactes, se chargeant mal d'humidité (1) et la terre, après le labour, n'est pas encore complètement ameublie; il faut, pour briser ces mottes, faire agir les herses, les scarificateurs, ou encore les herses norwégiennes, les rouleaux Croskills; le but à atteindre est de rendre le sol meuble, poreux, pour qu'il puisse, d'une part, se charger d'humidité, de l'autre, laisser filtrer dans le sous-sol toute l'eau qu'il ne retient pas et de la soustraire ainsi aux pertes par évaporation.

Suivant que la pulvérisation par les instruments sera bien ou mal obtenue, l'approvisionnement d'eau sera copieux ou misérable et la récolte bonne ou mauvaise. Un bon praticien connaît bien sa terre, il sait à quel état elle doit être pour qu'il puisse la travailler utilement; il sait à quel moment il faut *la prendre* pour obtenir l'ameublissement cherché; s'il opère maladroitement, il rend sa

1. *Ann. agron.*, t. XXI, p. 353.

terre motteuse : elle est mal préparée, elle est *gâtée*; les récoltes y sèchent aussitôt que la pluie fait défaut.

L'hiver est l'époque où doit se faire l'approvisionnement d'eau, où par conséquent la terre doit être ameublie; mais quand arrive l'époque des semailles, si une pluie opportune ne vient pas mouiller les graines et assurer la germination, un nouveau travail est nécessaire.

Quand après les semis de printemps la terre est sèche, il faut tâcher d'y appeler l'humidité qui fait défaut; on ne peut compter que sur les réserves des profondeurs, et, pour les appeler dans les couches superficielles, on roule; suivant l'expression très heureuse des cultivateurs, on *relie* la terre, c'est-à-dire qu'on rétablit, entre la couche travaillée et le sous-sol, la continuité rompue par le travail même; au lieu d'ameublir le sol, on le tasse, on y fait entrer en jeu la capillarité qui élève l'eau des profondeurs, jusqu'aux couches superficielles où les graines ont été déposées. Nous avons vu, en effet, dans le premier mémoire consacré dans ce recueil au travail du sol [1] qu'une terre meuble renfermant dans 100 volumes de 38.3 à 40 volumes d'air, n'en contenait plus que de 33.3 à 31.6 après le roulage ; les particules de terre étaient donc rapprochées et l'ascension de l'eau plus facile.

Toutes les opérations qui se succèdent pendant l'année ont donc essentiellement pour but d'introduire, d'emmagasiner dans le sol un approvisionnement d'eau suffisant, de le laisser couler dans les profondeurs pour servir à l'alimentation des longues racines, et au contraire de le faire monter dans les couches superficielles pour assurer la germination.

Si on se rappelle enfin que les ferments utiles que renferme le sol, ceux qui y fixent l'azote atmosphérique, aussi bien que ceux qui forment les nitrates ne travaillent que dans un milieu humide, si on se rappelle enfin que dans les terres remuées, pulvérisées avec soin, la quantité de nitrates formée atteint d'énormes proportions, on comprendra que le cultivateur ait toujours considéré le travail du sol comme la source même d'où découlent les abondantes récoltes et que partout l'agriculture ait pris comme emblème l'instrument employé de toute antiquité à remuer la terre : la charrue.

1. *Ann. agr.*, t. XXII, p. 459.

EMPLOI DE L'ALINITE

DANS LA CULTURE DES CÉRÉALES

PAR

M. L. MALPEAUX
Professeur d'agriculture à l'École pratique d'agriculture du Pas-de-Calais.

Il est curieux de constater que, malgré son abondance, l'azote gazeux qui forme les quatre cinquièmes de l'air atmosphérique, paraît ne pouvoir exercer aucune influence sur la croissance des céréales. Si, en effet, on sème du blé dans du sable calciné auquel on n'ajoute que des engrais minéraux, la plante reste petite, chétive et dépérit, tant que sa racine ne trouve pas dans le sol une certaine proportion d'azote assimilable; d'où cette conclusion toute naturelle que l'azote atmosphérique n'est pas directement utilisé par le blé ou les autres plantes semblables, à la formation de leurs matières azotées. Ne l'est-il jamais? N'intervient-il pas quelquefois dans les phénomènes de la végétation? « Il n'est pas douteux, dit M. Dehérain[1], que l'azote atmosphérique ne contribue parfois, au moins d'une façon indirecte, à l'alimentation végétale. Cela ressort de toute évidence de la luxuriance des forêts tropicales, de la persistance pendant des siècles de la végétation herbacée des steppes, des grandes plaines herbues du continent américain : dans cette immense étendue qui commence seulement à être mise en culture, la terre, bien qu'elle n'ait jamais reçu aucun engrais azoté, présente une richesse en azote combiné, bien supérieure à celle que décèle l'analyse de nos terres cultivées, régulièrement fumées. »

Les prairies permanentes sont dans le même cas ; le sol, au lieu de s'épuiser, s'enrichit assez rapidement pour qu'il soit possible d'en constater l'enrichissement par l'expérience. Les recherches faites à ce sujet par MM. Lawes et Gilbert à Rothamsted sont restées justement célèbres. Un sol maintenu en prairie de 1856 à 1888, et qui renfermait à l'origine 6,080 kilos d'azote par hectare, en accusait, en 1888, 9,460 kilos ; soit un gain de 3,380 kilos pour

1. P.-P. Dehérain. *Les engrais, les ferments de la terre.*

un espace de trente-deux ans. M. Dehérain, à Grignon, a observé des faits analogues. Une terre appauvrie par la culture, ensemencée en sainfoin en 1879, convertie en prairie de graminées en 1883, analysée en 1888, avait gagné, en dix ans 3,058 kilos d'azote sans qu'on eût apporté aucun engrais. Ces chiffres se passent de commentaires; ils montrent combien sont considérables les gains d'azote réalisés par une terre couverte de végétation et maintenue en prairie permanente.

On explique aujourd'hui le mécanisme de cette fixation; les expériences, en partie contemporaines, en partie postérieures de Berthelot, Frank, Winogradsky, Hellriegel et Wilfarth, Bréal, etc. ont montré qu'elle se faisait sous l'influence des microorganismes. Ces êtres microscopiques ne se bornent pas à brûler et à réduire la matière organique du sol, à préparer ainsi la matière azotée assimilable, ils élaborent, en outre, à l'aide de l'azote atmosphérique, la matière azotée la plus complexe, en faisant pénétrer l'azote dans le cycle végétatif.

Sans doute, l'histoire des microorganismes présente encore de nombreux points à élucider, et l'on ne peut émettre à l'heure actuelle, sur leur mode d'action, que des hypothèses plus ou moins vraisemblables; mais la fixation de l'azote atmosphérique n'en reste pas moins certaine; c'est le cas de répéter avec notre savant maître, M. Dehérain : « *Le règne des engrais azotés finit, celui des bactéries commence.* »

C'est en 1886 que le professeur Hellriegel et le Dr Wilfarth firent les premières communications relatives à leurs essais fondamentaux sur la nutrition azotée des légumineuses. Depuis lors, l'attention s'est reportée de plus en plus sur les bactéries du sol et leur intervention a été mise hors de doute par Bréal, au Muséum d'histoire naturelle, en introduisant dans les tissus des racines de légumineuses des bactéries fixatrices d'azote, et par Salfeld en Allemagne. C'est à ce dernier que revient le mérite d'avoir su utiliser pratiquement la découverte d'Hellriegel, mais comme son procédé d'innoculation, qui consistait dans l'apport d'une certaine quantité de terre, pouvait être coûteux et difficile à exécuter, Nobbe et Hitner ont pensé que l'addition au sol de préparations pures, renfermant sous un faible volume, un grand nombre de bactéries appropriées à la culture entreprise donnerait des résultats avantageux. De cette idée est née la fabrication de la *Nitragine*

dont les *Annales agronomiques* ont parlé à plusieurs reprises[1]. Ce produit, essayé en France, a donné des résultats assez discordants; son emploi dans les terres cultivées de longue date paraît ne pas devoir être avantageux; c'est du moins ce qui semble résulter des expériences de M. Schribaux et de celles faites par nous à l'école pratique d'agriculture du Pas-de-Calais en 1896.

Quoiqu'il en soit, l'élan était donné et de nouvelles expériences instituées en Allemagne tendent à prouver qu'un autre microbe ou bacille, appelé bacille d'Ellenbach, jouerait vis-à-vis des céréales, sous le rapport de leur alimentation azotée, un rôle analogue à celui que remplit le bacille de Beyerinck chez les légumineuses. Les cultures pures de ce bacille, préparées en grand sur les indications de l'inventeur, M. Caron, d'Ellenbach (Hesse), par une fabrique de produits climiques d'Elberfeld, ont été mises dans le commerce sous le nom d'*Alinite* et présentées comme un engrais pour toutes les céréales. Le *Bacillus Ellenbachensis* de M. Caron, inoculé aux semences de céréales aurait fourni, des excédents de récolte très sensibles.

Cette découverte inattendue a eu un grand retentissement en Allemagne et de nombreux observateurs ont étudié l'alinite pour en déterminer la valeur. Le Dr Stoklasa[2], de Prague, a reconnu que le *Bacillus Ellenbachensis* n'était pas une nouvelle espèce, mais s'identifiait complètement dans toutes ses propriétés avec le *Bacillus Megatherium* de Bang, très répandu dans le sol et les eaux. Il résulte des expériences de M. Stoklasa que ce bacille est non seulement doué de la faculté de fixer l'azote atmosphérique, mais qu'il a en outre la faculté de solubiliser les matières azotées que les résidus des récoltes et des fumures accumulent dans la terre à l'état insoluble. Ces principes azotés, devenus solubles, seraient directement absorbés par les radicelles des céréales. M. Stoklasa a montré que 42 p. 100 de l'azote insoluble de la tourbe et 22 p. 100 de l'azote de la fibrine, de la nucléine, etc., deviennent solubles et assimilables sous l'influence du bacillus mégathérium.

Le grand intérêt que présentent les faits observés par MM. Caron et Stoklasa et les conséquences qu'ils peuvent avoir pour l'agriculture nous ont engagé à les soumettre, cette année, à une vérifi-

1. *Ann. agron.*, t. XXII, p. 423 et 434; t. XXIV, p. 175.
2. *Ann. agron.*, t. XXIV, p. 171.

cation expérimentale au champ d'expériences de l'École pratique d'agriculture de Berthonval, mis gracieusement à notre disposition par notre dévoué directeur M. Dickson. Nous avons fait venir d'Allemagne des tubes d'alinite destinés, d'après les indications qu'ils portaient, à assurer l'alimentation azotée des céréales. Pour nous placer au point de vue de l'application de l'alinite, dans les conditions qui ont donné à M. Caron des excédents de récolte très sensibles, nous avons préparé nos semences d'après la méthode du propriétaire d'Ellenbach. La poudre jaune, vendue sous le nom d'alinite, fut versée à doses massives (3 grammes pour 1 litre d'eau), dans un vase contenant de l'eau distillée. Après un séjour de vingt-quatre heures, pendant lequel le liquide fut agité à plusieurs reprises, la préparation servit à asperger les semences de blé, d'orge ou d'avoine étendues sur le sol et remuées avec soin de manière à ce que tous les grains fussent imprégnés. Les semailles eurent lieu deux jours plus tard. Elles furent faites simultanément en pots et en pleine terre. Le 15 octobre 1897 pour le froment et le 24 avril 1898 pour l'orge et l'avoine. Ce sont les résultats de ces expériences que nous nous proposons de présenter aux lecteurs des *Annales agronomiques*.

EXPÉRIENCES EN POTS

Ces expériences ont été faites dans des pots d'une contenance de 20 litres environ divisés en trois séries ; les premiers renfermant du terreau de jardin, les seconds une terre de bois, riche par conséquent en matières organiques, et les derniers du sable siliceux stérile. Les essais ont porté sur le froment (variété shériff), l'orge chevalier et l'avoine des salines.

Dans ces différentes recherches, nous nous sommes proposés de déterminer :

1° Le pouvoir fixateur de l'azote, du bacille d'Ellenbach ;

2° L'influence du milieu sur l'activité du ferment; celui-ci, possédant à un haut degré, si nous en croyons le Dr Stoklasa, la faculté de solubiliser l'azote des matières organiques.

Voici, en détail, les résultats obtenus sur les différentes cultures :

Culture du blé. — L'expérience a commencé le 1er octobre 1897, en introduisant dans chaque pot, en proportions rigoureusement calculées, un mélange d'engrais ainsi composé :

Superphosphate de chaux.
Sulfate de potasse.
Chaux en poudre.

La semence, préparée comme il a été dit plus haut, fut semée le 15 octobre, à raison de vingt grains par pot. La germination s'est faite dans de bonnes conditions et le 27 octobre la levée était à peu près complète. La végétation, très uniforme, fut d'abord assez lente; mais à la sortie de l'hiver, elle se modifia sensiblement et à la fin de juin, les blés ensemencés sur terreau ou sur terre de bois accusaient de légères différences en faveur de l'alinite. La récolte faite le 10 septembre 1898, nous a donné les résultats suivants :

	Numéros des pots.	Poids de la récolte	
		Grain.	Paille.
	—	—	—
Blé sur terreau.		gr.	gr.
Avec alinite	1	15	34
	2	13	32
Sans alinite	3	10	26
	4	11	30
Blé sur terre de bois.			
Avec alinite	7	12	27
	8	10	26
Sans alinite	9	7	22
	10	9	26
Blé sur sable siliceux stérile.			
Avec alinite	5	6	15
	6	5	14
	12	5	15
Sans alinite	13	5	15
	14	6	15
	15	5	13

On voit, par l'examen de ce tableau, que l'alinite paraît avoir légèrement influencé le rendement du blé semé sur terreau et sur terre de bois; par contre, les résultats obtenus dans le sable sont négatifs.

Culture de l'orge. — Comme pour les essais précédents, nous avons incorporé dans chaque pot un mélange d'engrais approprié et en proportion voulue. Les grains d'orge mis en terre le 24 avril 1898, ont germé dans de bonnes conditions et la levée a été parfaite. Après quelques semaines de végétation, on pouvait

déjà constater des différences en faveur de l'alinite ; toutefois ces différences étaient un peu moins sensibles que pour le blé. Voici les rendements constatés à la récolte qui a été effectuée le 26 septembre :

	NUMÉROS des pots.	POIDS DE LA RÉCOLTE Grain.	Paille.
Orge sur terreau.		gr.	gr.
Avec alinite	11	14	35
	16	13	32
Sans alinite	17	12	26
	18	10	25
Orge sur terre de bois.			
Avec alinite	19	12	28
	20	10	20
Sans alinite	22	9	18
	24	»	»
Orge sur sable.			
Avec alinite	26	5	12
	27	55	11
Sans alinite	29	5	10
	30	6	13

Ici encore l'alinite dans du sable n'a donné aucun résultat. Les différences en sa faveur dans le terreau et la terre de bois sont peu sensibles.

Culture de l'avoine. — La culture de l'avoine a été faite dans les mêmes conditions que celle de l'orge ; la récolte effectuée à la même date, a donné les résultats résumés dans le tableau ci-après :

	NUMÉROS des pots.	POIDS DE LA RÉCOLTE Grain.	Paille.
Avoine sur terreau.		gr.	gr.
Avec alinite	21	16	48
	23	20	40
Sans alinite	27 *bis*	12	40
	28	12	32
Avoine sur terre de bois.			
Avec alinite	32	12	34
	34	14	34
Sans alinite	36	12	32
	38	10	35

	NUMÉROS des pots.	POIDS DE LA RÉCOLTE Grain.	Paille.
	—	—	—
Avoine sur sable.			
Avec alinite	33	6	18
	35	»	»
Sans alinite	39	6.5	20
	40	5	16

Les résultats sont les mêmes que pour l'orge et le froment. Sans vouloir donner à nos expériences en pots une importance qu'elles n'ont pas, nous croyons cependant pouvoir dire qu'elles confirment l'opinion de notre savant maître, M. Dehérain[1]. Quand les conditions se sont rencontrées favorables au développement du bacillus mégathérium, c'est-à-dire dans une terre riche en matières organiques, l'alinite a été efficace, quand, au contraire, ces conditions n'ont pas été remplies, ses effets ont été nuls. Nos expériences en grande culture en fournissent un nouveau témoignage.

EXPÉRIENCE EN PLEINE TERRE.

L'alinite peut-elle accroître la production des céréales dans la culture arable ordinaire? Voilà la question qui se pose tout d'abord et que, dans la faible mesure de nos moyens, nous avons cherché à élucider.

Nos recherches ont été faites au champ d'expériences de l'Ecole ; elles ont porté, comme pour les essais en pots, sur le blé, l'orge et l'avoine. Pour chacune de ces plantes, les parcelles différemment traitées avaient une contenance d'un are exactement mesurée. La préparation du sol fut la même pour toutes et les semailles furent faites à la même date: le 15 octobre 1897, pour le blé Shériff ; le 16, pour le Téverson, le 24 avril 1898; pour l'avoine et l'orge.

Le blé Shériff fut ensemencé dans une terre en très bon état de culture et copieusement fumée les années précédentes; le blé Téverson, au contraire, a été confié à une terre n'ayant pas reçu de fumier depuis neuf ans et pauvre en matière organique. L'avoine et l'orge ont été ensemencées dans les conditions ordinaires et dans un sol assez bien fourni de matériaux nutritifs. Les semailles ont été faites en lignes espacées de 20 centimètres, et la culture reçut un binage : à la sortie de l'hiver pour le froment,

1. *Ann. agron.*, t. XXIV, p. 180.

vers la fin de mai pour l'avoine et l'orge. Nous réunissons dans le tableau suivant les divers résultats comparatifs :

		POIDS DE LA RÉCOLTE	
		Grain.	Paille.
		—	—
Blé.		kil.	kil.
Shériff. . .	Avec alinite. . . .	24.000	70.000
	Avec alinite. . . .	21.900	65.100
	Sans alinite	22.000	70.500
Téverson. .	Avec alinite. . . .	21.800	60.000
	Avec alinite. . . .	24.500	64.500
	Sans alinite. . . .	23.900	61.000
	Sans alinite. . . .	25.000	65.000
Avoine.			
Avec alinite.		35.000	48.600
Sans alinite.		36.500	52.000
Sans alinite		34.900	49.000
Orge.			
Avec alinite.		34.500	36.900
Avec alinite.		21.000	39.500
Sans alinite.		26.400	37.000
Sans alinite.		26.000	40.600

Dans tous les cas, sauf peut-être pour le blé Shériff dans une parcelle, l'emploi de l'alinite n'a été suivi d'aucun succès. Ces résultats viennent confirmer les expériences faites par le Dr Wagner, sur l'avoine et sur l'orge.

Nous avons tenté d'autres essais sur le maïs-fourrage, et pas plus pour cette culture que pour les autres, on ne constate de différences de végétation en faveur de l'alinite.

CONCLUSIONS

Résumons brièvement, avant de terminer, les principales conclusions qui se dégagent de nos essais :

1° En sable siliceux stérile, l'alinite n'exerce aucun effet bien sensible sur la récolte des céréales;

2° La fixation de l'azote atmosphérique ne semble avoir lieu que par destruction de la matière organique ; dans les terres riches en humus, l'intervention du bacillus mégathérium paraît devoir être avantageuse ;

3° L'apport d'alinite dans une terre arable ordinaire n'exerce

pas d'influence bien marquée sur le rendement. Ces terres renferment, à n'en pas douter, les bactéries fixatrices d'azote en assez grande abondance, et comme le dit avec juste raison M. Dehérain[1], à qui l'on doit d'importants travaux sur les ferments, ce n'est pas en introduisant dans le sol des cultures pures ou exaltées qu'on réussira à les mettre en jeu d'une façon plus efficace. « C'est en caractérisant les substances complexes qui se forment par l'altération de la matière végétale dans le sol et qui constituent l'humus, en déterminant rigoureusement les conditions favorables au développement des bactéries, qu'on trouvera le succès. »

REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Chimie végétale.

Dosage du tannin dans le houblon, par M. J. HERON[2]. — La méthode consiste à déterminer le pouvoir réducteur de l'extrait de houblon avant et après élimination du tannin; on a ainsi le pouvoir rédacteur du tannin par différence.

On prépare les liqueurs suivantes : 1° Permanganate de potasse à 1 gramme par litre, et titré en fonction d'acide oxalique déci-normal, dont 10 centimètres cubes réduisent 31 c. c. 6 de permanganate; 2° Solution d'indigo obtenue en dissolvant 5 grammes de carmin d'indigo dans 500 centimètres cubes d'eau, ajoutant 50 centimètres cubes d'acide sulfurique concentré, et complétant à 1 litre; cette solution doit être décolorée par un volume égal de permanganate; 3° Solution de gélatine préparée en faisant gonfler 25 grammes de gélatine Nelson dans 250 centimètres cubes pendant six heures, puis portant au bain-marie; on sature de sel marin, on complète un litre avec de l'eau saturée de sel, et on filtre après quelques jours de repos; 4° Acide sulfurique à 50 centimètres cubes d'acide concentré par litre.

Pour faire un dosage, on place 10 grammes de houblon dans une fiole jaugée de 1005 centimètres cubes, on y verse 900 centimètres cubes d'eau bouillante, on agite et on laisse digérer une heure au bain-marie, en agitant fréquemment ; on laisse refroidir à 15°,5 et on complète le volume de 1005 centimètres cubes. On filtre de façon à avoir un liquide bien limpide ; 100 centimètres cubes correspondent à 1 gramme de houblon.

50 centimètres cubes de cet extrait sont mis dans une capsule de porcelaine de 1 litre avec 20 centimètres cubes de solution d'indigo et 100 centi-

1. *Ann. agron.*, t. XXIV, p. 179.
2. *Jour. Fed. Inst. Brewing* (1896), p. 162.

mètres cubes d'eau; avec une burette on y verse le permanganate, en remuant continuellement. Le terme de la réaction est indiqué par le changement de coloration du liquide qui passe du jaune vert au jaune d'or franc. Du volume de permanganate versé, on déduit ce qui correspond à 20 centimètres cubes d'indigo; la différence multipliée par deux donne le pouvoir réducteur de 100 centimètres cubes d'extrait, on l'exprime généralement en acide oxalique.

On place maintenant 100 centimètres cubes d'extrait dans un flacon à large ouverture avec 100 centimètres cubes de solution de gélatine; on mélange bien; puis on ajoute 50 centimètres cubes de la solution d'acide sulfurique et une cuillerée à café de kaolin, on agite et on filtre. 100 centimètres cubes de ce liquide sont additionnés de 500 centimètres cubes d'eau et de 20 centimètres cubes d'indigo et titrés au permanganate comme dans le cas précédent.

Le nombre obtenu, diminué de la correction afférente à l'indigo, est multiplié par 2.5 et donne le pouvoir réducteur des substances oxydables autres que le tannin, pour 100 centimètres cubes d'extrait. En retranchant ce chiffre de celui obtenu au début, on a le pouvoir réducteur des tannins; on l'exprime en acide oxalique.

La solution de gélatine doit être essayée; si elle réduit du permanganate, on fera la correction nécessaire.

Pertes de tannin pendant la conservation du houblon. — C'est un fait connu que le houblon perd du tannin à mesure qu'il vieillit. L'auteur confirme cette observation; la perte est surtout sensible la première année. On ne connaît pas de méthode satisfaisante pour éviter ces pertes; cependant le houblon soufré paraît se conserver mieux que le houblon non soufré.

Influence du tannin de houblon sur le moût de bière. — Le tannin du houblon ne précipite pas d'albuminoïdes pendant l'ébullition du moût, mais semble former une combinaison soluble avec les peptones du liquide; l'auteur donne à cette combinaison le nom de tanno-peptone. Comme elle n'est pas altérée par la fermentation, elle se retrouve dans la bière achevée; par suite, le tannin des bières fabriquées normalement avec du houblon, ne se trouve pas à l'état libre. On ne peut donc pas dire qu'une bière qui précipite par l'addition de tannin de la noix de galle, n'a pas été faite avec du houblon.

E. D.

Préparation d'amidon soluble et d'amidon dissous, par M. O Iverster [1]. — *Amidon soluble.* — Dans une capsule en porcelaine, on porte à l'ébullition 200 ou 300 centimètres cubes d'eau additionnés de 5 centimètres cubes d'acide chlorhydrique de densité 1.124. On retire du feu et on ajoute peu à peu, en agitant, une bouillie épaisse de 20 à 25 grammes d'amidon dans un peu d'eau. On chauffe en remuant constamment jusqu'à ce que le liquide soit clair et presque aussi fluide que de l'eau. Filtrer après refroidissement, précipiter par l'alcool, laver le précipité à l'alcool jusqu'à élimination de toute trace d'acide chlorhydrique; terminer par un lavage à l'éther. Sécher à l'air d'abord, puis sous une cloche au-dessus d'acide sulfurique.

1. *Chem. Zeitung*, t. XXI (1897), n° 6, p. 41.

Solution d'amidon. — Dissoudre 20 grammes d'amidon comme il vient d'être dit, mais en ajoutant une quantité d'acide chlorhydrique parfaitement connue. On peut ainsi neutraliser exactement la solution par un alcali. On complète à un litre avec de la glycérine.

Ces deux préparations prennent une couleur d'un bleu très pur par l'addition d'iode. E. D.

Evaluation du pouvoir diastasique du malt, par MM. W. G. Sykes et C. A. Mitchell [1]. — Dans une fiole on verse 100 centimètres cubes d'une solution d'amidon soluble à 2 p. 100 et 1 centimètre cube d'un extrait filtré obtenu en faisant digérer pendant six heures 25 grammes de malt moulu avec 500 centimètres cubes d'eau. On laisse le mélange une heure à 70 degrés, puis on ajoute 50 centimètres cubes de liqueur de Fehling et on porte à 98 degrés, température que l'on maintient pendant sept minutes en immergeant le vase dans de l'eau bouillante. L'oxyde cuivreux est recueilli dans un tube de Sonhlet, réduit par l'hydrogène et pesé. Le poids de cuivre métallique, divisé par 0.438 (cuivre contenu dans 50 centimètres cubes de liqueur de Fehling), et multiplié par 100 donne le pouvoir diastasique.

E. D.

Evaluation du pouvoir diastasique du malt, par M. A. R. Ling [2]. — Au lieu de peser l'oxyde cuivreux précipité, M. Ling détermine le poids de cuivre resté en solution en se servant d'une liqueur de glucose à 2 p. 1000, et en prenant comme indicateur le ferrocyanure de potassium. E. D.

La constitution des celluloses des céréales, par MM. Cross, Bevan et Smith [3]. — Voici quels sont les résultats les plus importants auxquels les auteurs sont arrivés :

1° Les lignocelluloses des céréales, contenues dans la paille et les enveloppes des grains, sont attaquées d'une manière uniforme par les réactifs acides; leurs constituants furfuroïdes sont hydrolysés, prennent une forme soluble et sont séparés de la cellulose et des principes à groupement non saturé.

2° Ces furfuroïdes ont des caractères analogues à ceux des furfuroïdes, des celluloses; mais l'hydrolyse de la molécule mère est moins complète; leur pouvoir réducteur (sur la liqueur de Fehling) est plus faible, les osazones sont plus fusibles (120 à 130 degrés);

3° Ces corps subissent assez aisément la fermentation alcoolique. Ainsi la paille d'orge traitée par l'acide sulfurique a fourni un liquide qui a été étendu d'eau, filtré pour enlever la lignocellulose reprécipité, neutralisé et soumis à la fermentation. On obtint les chiffres suivants. Pouvoir réducteur (celui du dextrose étant 100): avant fermentation 43.5; après fermentation, 2.3. Furfurol pour 100: avant fermentation, 32.3; après fermentation, 8.1.

Les furfuroïdes solubles ont donc fermenté presque complètement. En

1. *Analyst.*, t. XXI (1896), mai, p. 122.
2. *Jour. Fed. Inst. Brewing*, t. II (1896), p. 335.
3. *Journal Chemical Society*, t. LXIX (1896), p. 804.

outre, Stone a montré que 60 à 80 p. 100 de la quantité totale de furfuroïdes des plantes fourragères sont digérés par les herbivores.

D'autre part, il est bien établi que les pentoses proprement dits ne sont pas fermentescibles et ne sont pas assimilés pendant la digestion animale. Cet ensemble de faits indique donc que dans les tiges de céréales les constituants furfuroïdes ne sont pas des pentosanes, mais des produits intermédiaires entre les pentosanes et les hexosanes. E. D.

Sur la composition et la valeur alimentaire du millet, par M. Balland[1]. — Le millet est employé dans l'alimentation depuis l'antiquité la plus reculée; sa culture est préhistorique dans l'Europe méridionale, en Egypte et en Asie, et quoique aujourd'hui il soit bien délaissé, il entre encore pour une proportion notable dans la nourriture des peuples africains et des troupes coloniales, aussi son analyse offre-t-elle un certain intérêt.

M. Balland trouve que, par sa composition, le millet se rapproche beaucoup du maïs et qu'il constitue un aliment physiologiquement plus complet que le blé. Voici d'ailleurs, d'après ses dosages, les écarts de composition que peuvent présenter les divers millets de France, d'Afrique, d'Italie et de Turquie.

	Minimum.	Maximum.
Eau	10.10	18.00
Matières azotées	8.98	15.00
— grasses	2.20	7.30
— sucrées et amylacées	57.06	66.33
Cellulose	3.00	10.23
Cendres	1.40	6.00
Acidité	0.055	0.098

Sur le dosage de l'acide malique dans les raisins, par MM. Aimé Girard et Lindet[2]. Les dosages des acides organiques qu'on rencontre à l'état de mélange dans les végétaux peuvent être certainement classés parmi les plus difficiles. MM. Berthelot et Fleurieu avaient imaginé un procédé pour doser l'acide tartrique libre et combiné ; c'est cette méthode que MM. Aimé Girard et Lindet ont suivie dans leurs analyses de raisins; elle consiste en principe à précipiter le tartre par un mélange d'alcool et d'éther, puis à saturer par la potasse le tiers environ des liqueurs éthérées et à ajouter les deux autres tiers pour avoir d'abord le tartre préexistant, puis, à l'état de tartre, l'acide tartrique libre.

Les auteurs ont pensé que, dans ces liqueurs débarrassées d'acide tartrique, on pourrait doser l'acide malique des raisins en profitant de la différence de solubilité à chaud et à froid du malate de plomb ; ils ont adopté le mode opératoire suivant : après avoir évaporé l'alcool et l'éther, on reprend par l'eau et on fait bouillir; on ajoute à l'ébullition de l'acétate neutre de plomb jusqu'à ce que la liqueur devienne légèrement louche; on filtre bouillant et on laisse cristalliser le malate de plomb ; le lendemain, on

1. *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 239.
2. *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. XIX, p. 585.

reprend les eaux mères pour leur faire subir le même traitement et ainsi de suite, jusqu'à ce que les eaux mères ne cristallisent plus par refroidissement. Le malate recueilli est séché, détaché du filtre ou ses cristaux se feutrent, et enfin pesé. Le malate de plomb étant soluble dans l'acide acétique qui provient de la réaction, il est nécessaire de doser, en fin d'opération, l'acidité libre des eaux mères et de tenir compte du malate dissous. Les auteurs ont déterminé cette correction pour les quantités suivantes d'acidité :

Quantité d'acide acétique libre dans 100 cc. d'eau mère.	Malate de plomb dissous dans 100 cc. d'eau mère.
—	—
0.21	0.10
0.40	0.13
0.55	0.16
0.73	0.18
0.90	0.20

On possède donc maintenant un procédé, un peu long sans doute, mais assez exact, pour doser l'acide malique; on pourra vraisemblablement en profiter pour déterminer des proportions dans les divers produits végétaux.

A. Hébert.

Séparation quantitative des hémicelluloses de la cellulose et de la lignine. Présence des pentosanes dans ces diverses substances, par Hofmeister-Insterburg [1]. — L'auteur rappelle qu'aucun des procédés employés jusqu'à présent ne permet le dosage des substances indiquées. Il est dès lors conduit à proposer la méthode suivante. Après avoir débarrassé des graisses les substances végétales et enlevé les impuretés successivement par l'acide chlorhydrique et l'ammoniaqne étendus à froid, on emploie un premier réactif qui permet d'extraire les hémicelluloses: c'est la soude étendue à 5 p. 100 et employée à froid. Dans les hémicelluloses ainsi obtenues, on détermine d'une façon plus précise les pentosanes par le procédé de Tollens.

Le résidu qui a résisté à la soude est soumis à l'action de la liqueur de Schweitzer jusqu'à épuisement. Ce réactif permet d'extraire ce qu'on appelle la cellulose, mélange d'hexosanes et de pentosanes. Là encore le procédé de Tollens sera appliqué au dosage de ces dernières.

Ce qui a échappé à l'action de la soude et de la liqueur de Schweitzer constitue la lignine. Faisons observer ici que la lignine des auteurs allemands n'est autre chose que la vasculose de Fremy.

On peut chercher à décomposer cette lignine. Pour cela, on la traite successivement par les vapeurs chaudes d'ammoniaque étendue et par la liqueur de Schweitzer. Les vapeurs dissolvent les matières incrustantes.

La liqueur de Schweitzer solubilise la cellulose (hexosanes et pentosanes) qui n'est plus protégée par les matières incrustantes enlevées par l'ammoniaque. Si l'on répète un nombre de fois suffisant le traitement alternatif

1. *Landw. Versuchsstationen*, t. L, 1898, p. 347, 362.

par les vapeurs d'Az-H[3] et la liqueur de Schweitzer, on parvient à un résidu qui n'est plus attaquable par ce dernier réactif. Ce résidu est composé uniquement de matières incrustantes qui peuvent être complètement solubilisées par l'action de la soude étendue à chaud, puis de l'ammoniaque.

Les matières incrustantes dissoutes par les vapeurs d'ammoniaque, puis par la soude et l'ammoniaque sont précipitées par les acides. Elles renferment une substance brun clair qu'on peut facilement dissoudre dans l'alcool bouillant et que Hofmeister se propose d'étudier, mais elles sont formées pour la plus grande partie d'acide humique.

L'emploi de la méthode qui vient d'être résumée a l'avantage, d'après Hofmeister, de réduire les pertes au minimum. L'auteur a en effet constaté que les vapeurs d'ammoniaque n'attaquent pas, ou du moins attaquent fort peu la cellulose de la lignine.

Hofmeister a appliqué sa méthode à l'analyse de diverses substances végétales. Voici par exemple, les résultats obtenus avec les enveloppes des graines de tournesol : 100 de matière sèche de ces enveloppes ont cédé :

a) A la soude étendue, 2.78 p. 100 d'hémicelluloses. Ces hémicelluloses renfermaient, elles-mêmes 81.6 p. 100 de pentosanes dosées d'après Tollens.

b) A la liqueur de Schweitzer, 6.07 p. 100 de cellulose, renfermant elle-même 54.5 p. 100 de pentosanes, toujours dosées d'après Tollens.

Le résidu insoluble, s'élevant à 56.7 p. 100 de la matière sèche primitive, est la lignine.

50 grammes de cette lignine ont été soumis pendant six jours à l'action des vapeurs d'ammoniaque. Le résidu traité d'abord par la soude étendue a livré 1 gr. 91 d'hémicelluloses renfermant 36 p. 100 de pentosanes. La liqueur de Schweitzer a ensuite enlevé à ce même résidu 20 gr. 16 de cellulose renfermant 2.18 p. 100 de pentosanes. Les matières incrustantes précipitées des solutions ammoniacales s'élevaient à 13 gr. 26. Enfin le reste non attaqué de la lignine pesait 14 gr. 21. La somme $1.91 + 20.16 + 13.26 + 14.21 = 49$ gr. 54. La perte a donc été seulement de 0 gr. 46 pour 50 grammes de lignine.

En soumettant les 16 gr. 21 de lignine restante au même traitement que les 50 grammes primitifs, on enlève encore 2 gr. 45 de cellulose. Un troisième traitement ne fournit plus que 0 gr. 26 de cellulose et alors tout le résidu de lignine insoluble dans la liqueur de Schweitzer peut être facilement solubilisé par la soude étendue à chaud et par l'ammoniaque.

Hofmeister espère que l'emploi de sa méthode permettra d'obtenir par l'analyse chimique des renseignements plus précis que ceux fournis jusqu'à présent sur la digestibilité et la valeur nutritive des fourrages. Il faut cependant convenir avec lui qu'il est nécessaire auparavant d'étudier son procédé sur un grand nombre de substances végétales.

L'auteur a lui-même appliqué sa méthode à l'étude des modifications chimiques que subit le trèfle dans les diverses phases de la végétation. Il reconnaît d'ailleurs que les premiers résultats publiés dans ce travail et relatifs à ce sujet méritent confirmation. Il suffit, dès lors, de signaler leur présence dans le mémoire original. A. M.

Chimie agricole.

De la solubilité dans l'eau du phosphate tricalcique et de l'apatite, par M. J. Joffre[1]. — L'auteur reprenant une question déjà traitée, à bien des reprises différentes, il y a plus de quarante ans, notamment par Dumas, Bobierre et par M. Dehérain, a déterminé le coefficient de solubilité de ces deux corps dans l'eau pure ou saturée d'acide carbonique à la pression ordinaire; il a trouvé :

	EAU PURE	EAU chargée d'acide carbonique.
	—	—
Phosphate tricalcique dissous.	0 009 par litre.	0 153 par litre.
Apatite dissoute.	0 002 —	0 014 —

Ces solubilités, quoique très faible, expliquent cependant la petite augmentation de récolte que l'on observe lorsqu'on répand sur la terre des phosphates simplement moulus. La différence de solubilité entre le phosphate tricalcique et l'apatite ou fluophosphate de chaux peut donner la clé de certaines différences que l'on observe dans l'emploi de ces phosphates suivant leur origine.

M. Joffre termine en rendant compte d'expériences qu'il a faites et qui permettent de tirer des conclusions tout à fait favorables à l'emploi des superphosphates. En effet, quand on insolubilise du phosphate monocalcique par du carbonate de chaux, le résidu insoluble a un coefficient de solubilité semblable à celui du phosphate tricalcique. Or, dans la fabrication des superphosphates, l'apatite est décomposée et le fluor se dégage de sa combinaison. Par l'emploi des superphosphates, on a donc, en plus de l'absorption directe des principes solubles dans l'eau, l'action d'un phosphate qui est sans doute insoluble, par suite de l'action du carbonate de chaux contenu dans la terre arable, mais dont le coefficient de solubilité est encore assez sensible pour que les plantes puissent en profiter. A. Hébert.

1. *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. XIX, p. 372.

———

Le Gérant : G. Masson.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

RECHERCHES SUR LE CROISEMENT CONTINU

PAR

M. Raymond SÉNÉQUIER
Répétiteur à l'école nationale d'agriculture de Montpellier.

(*Travail du laboratoire de zootechnie*).

Le croisement continu, encore nommé croisement suivi, croisement d'implantation, est un mode de reproduction utilisé pour substituer lentement et d'une manière progressive une race à une autre race. Ses applications en zootechnie sont anciennes et classiques. L'histoire de l'extension du mouton mérinos, en France, montre à merveille combien cette méthode a été précieuse pour les éleveurs d'ovidés. Elle paraît aujourd'hui ne plus avoir de rôle utile à jouer dans les bonnes régions d'élevage, où le bétail se perfectionne surtout par voie de sélection, mais il n'est point douteux que, sainement appliquée, elle soit encore la source d'améliorations zootechniques sérieuses en plus d'un point de notre pays. Les avantages qu'elle présente sur l'importation directe et en masse étant bien connus de tous, il nous suffira d'indiquer brièvement, pour la clarté de ce qui va suivre, de quelle manière on la met généralement en pratique.

Soit une race A étrangère, à introduire dans un milieu déjà occupé par une race B indigène, que l'on désire éliminer. Des reproducteurs mâles de la première race, qui prend le nom de race croisante. sont importés et accouplés avec les individus femelles de la race autochtone, qui devient race croisée. Les produits issus de cet accouplement sont des premiers métis ou des demi-sang, et leur union avec des sujets purs de la race paternelle engendre des produits de deuxième génération, deuxièmes métis, ou trois quarts de sang. Ceux-ci, placés dans des conditions identiques, donnent naissance à des troisièmes métis, sept-huitièmes de sang paternel, et ainsi de suite jusqu'à la n^e génération.

Les reproducteurs en présence peuvent être, par leurs caractères et leurs aptitudes, très éloignés l'un de l'autre et par conséquent fort disparates, ou au contraire plus voisins, plus rapprochés et de ce fait moins dissemblables. Il est toujours rationnel de penser, grâce aux notions physiologiques actuelle-

ment acquises sur le phénomène de la fécondation, que les générations successives de leurs produits soient formées par des sujets de plus en plus semblables au type de la race paternelle. On sait, en effet, que le pronucléus mâle et le pronucléus femelle en s'unissant pour donner naissance au noyau de segmentation, origine du jeune embryon, apportent tous deux des parts absolument égales de chromatine, substance qui est regardée comme le véritable substratum de l'hérédité. Le spermatozoïde et l'ovule ont donc la même part contributive dans la formation du jeune être, et il se peut fort bien que les premiers métis d'un croisement quelconque soient, pour l'œil, de parfaits intermédiaires entre deux races croisées. Il est facile de comprendre aussi que les sujets de deuxième génération, qui proviennent d'un noyau de segmentation dans lequel la chromatine de la race croisante vaut trois quarts et celle de la race croisée seulement un quart, ont naturellement bien des chances de ressembler davantage à la première qu'à la deuxième. *A fortiori*, les troisième, quatrième, cinquième..., et n[es] métis doivent-ils tendre à s'identifier de plus en plus avec le type nouveau, car sa chromatine représente, dans chacune des cellules de leur organisme, une fraction de la chromatine totale qui ne fait que croître vers l'unité.

On s'est demandé s'il était possible d'arriver par cette méthode au type vraiment pur, c'est-à-dire représentant exactement celui de la race paternelle.

Eugène Gayot [1] résout la question par la négative et s'efforce d'arriver à une démonstration à l'aide de chiffres. Son interprétation, purement mathématique, des résultats d'une méthode de reproduction, est réellement empreinte de beaucoup de rigueur, et nous nous dispenserons de la commenter.

D'autres auteurs, moins absolus, croient à la possibilité de reproduire la race croisante par croisement suivi. Le désaccord règne cependant dans leurs opinions, sur le nombre des générations nécessaires pour y arriver.

C'est ainsi que Gleischmann [2] a montré que le mouton ordinaire allemand croisé vingt fois successivement avec le mouton mérinos était loin de posséder une laine aussi fine que celle de ce dernier.

1. Gayot. *Dictionnaire de médecine vétérinaire*, t. IV, p. 567.
2. Cité par Darwin, t. II, p. 69.

Settegast [1], en Allemagne, est arrivé cependant à considérer comme purs les sujets de dixième génération.

D'autre part, Burdach [2] a annoncé qu'il fallait six générations pour arriver à ce résultat dans l'espèce ovine et dans l'espèce chevaline.

Hanley [3], croisant une chienne lévrier avec un bouledogue, a obtenu à la quatrième génération un produit (*Hysteries*) ne portant plus dans ses formes extérieures aucune trace de la race de son ancêtre.

Les Anglais pensent qu'après quatre croisements consécutifs avec des taureaux purs de leur race Durham, la race croisée est complètement absorbée et devenue pure. Les produits de quatrième génération ainsi obtenus sont admis au Herd-book.

M. Sanson [4], substituant à la théorie de Gayot une théorie personnelle dans laquelle l'atavisme est surtout mis en honneur, est amené à considérer les sujets de quatrième génération comme des représentants de l'espèce paternelle pure.

Grognier [5], enfin, dit avoir obtenu une race pure dans toute sa beauté après trois générations en croisant la race mérine avec la race roussillonnaise.

Ces divergences dans les écrits des auteurs mettent nettement en évidence l'état irrésolu de la question. On conçoit d'ailleurs qu'il en soit ainsi lorsqu'on considère l'étendue des variations que présentent les races susceptibles d'être croisées. Attendre, à une même date, des résultats identiques, si on unit d'une part des types très distincts, et d'autre part, des reproducteurs voisins ou ayant entre eux quelque ressemblance, paraît, *à priori*, bien illogique et peu naturel. Les liens d'affinité existant entre les diverses races peuvent avoir une influence prépondérante sur l'établissement plus ou moins rapide de l'homogénéité parmi les produits issus de leur union. Il est, d'autre part, des caractères qui, par leur ténacité, par la constance avec laquelle ils se montrent à chaque génération, occasionnent parfois des retards assez grands dans la marche progressive qu'annonce la théorie.

1. Cité par Sanson, t. II, p. 285.
2. *Traité de physiologie*, t. II, p. 258.
3. Stonehenge, *The dog*.
4. Sanson, *Traité de zootechnie*, t. II, p. 287.
5. Grognier. *Précis d'un Cours de multiplication*, etc., p. 228.

L'atavisme et la puissance héréditaire individuelle sont les causes de ce retard, mais leurs effets sont suffisamment curieux et variés pour que nous croyions sage de ne point considérer l'harmonie d'un groupe de sujets nés de croisement, comme un fait régulièrement constatable à une date préalablement fixée.

Notre but, en étudiant attentivement les ovidés dont les descriptions servent de base à ce mémoire, n'a pas été d'allonger la liste des auteurs précédemment nommés. Nous avons simplement voulu, guidé par l'intérêt qui s'attache aux observations de cette nature, suivre de près un croisement de progression et noter avec soin les caractères des individus de plusieurs générations. C'est sans autre ambition que nous avons poursuivi pendant plusieurs années, au laboratoire de zootechnie de l'Ecole d'agriculture de Montpellier, les recherches dont on trouvera plus loin exposés les principaux détails et les premiers résultats.

Ces recherches sont relatives au croisement continu de deux races ovines communes dans le Languedoc : la race du Larzac et la race Barbarine du midi de la France.

Voici d'abord un petit résumé de leurs principaux caractères.

Race du Larzac. — Chez les ovidés du Larzac, la tête est volumineuse, allongée et toujours dépourvue de chevilles osseuses. Le profil est très légèrement convexe au niveau des sus-nasaux et les oreilles, de grandeur moyenne, sont horizontalement placées. Le cou est assez court, bien musclé, le garrot peu saillant, la région dorso-lombaire ensellée, la coupe large et régulière. Les brebis notamment ont un train postérieur remarquablement développé en largeur, et leurs mamelles sont généralement pourvues de quatre trayons. La peau est dépourvue de pigment et fort peu plissée. La laine est blanche, de qualité ordinaire, et abondante sur tout le corps. Seules, la face et la portion libre des membres n'en possèdent pas. Les mèches, assez serrées, donnent une toison plutôt fermée dont le poids varie de 2 à 3 kilos.

Aptitudes. — Les brebis de Larzac sont d'excellentes productrices de lait, mais leurs masses musculaires, insuffisantes au niveau des gigots et en arrière du point d'attache des épaules, en font de moyennes productrices de viande.

Race Barbarine. — Ici, la tête, toujours volumineuse, ne porte pas non plus de chevilles osseuses. Quelquefois cependant elle en possède de rudimentaires. Le profil est rectiligne, les oreilles sont

grandes, souvent tombantes et pigmentées en roux plus ou moins foncé. Le garrot est assez saillant, la ligne du dos horizontale, la croupe large et très inclinée. Les mamelles, très développées, sont rarement pourvues de quatre trayons. La peau est couramment pigmentée en roux au niveau de la face, où les listes en tête sont fréquentes, et à la partie libre des membres. Les brins de laine, plus grossiers que ceux des Larzacs, forment des mèches pointues qui donnent une toison un peu ouverte, dont le poids est de 2 à 3 kilos. La queue présente invariablement, chez les sujets de cette race, un élargissement appréciable à son point d'insertion.

Les brebis Barbarines sont très prolifiques et bonnes laitières. Leur squelette est plus grossier que celui des Larzacs et leur conformation laisse davantage à désirer.

C'est avec des reproducteurs purs de ces deux races qu'ont commencé, en août 1889, nos opérations de croisement.

Deux béliers du Larzac ont fécondé à cette date un lot de brebis appartenant à la race Barbarine du midi de la France. Lors de l'agnelage (*janvier* 1890), six agnelles ont été conservées, numérotées avec soin, puis accouplées à l'âge de dix-huit mois (*août* 1891) avec les reproducteurs mâles et purs qui leur avaient donné naissance. On a ainsi obtenu des deuxièmes métis, mâles et femelles. Les premiers, importants par leurs caractères mais inutiles dans les reproductions ultérieures, ont été gardés jusqu'à l'âge de six mois, puis décrits et mis à mort. Les seconds ont joué le même rôle que leurs mères et fourni des troisièmes métis, etc., etc...

Des graphiques (A, B, C, D, E, F) destinés à montrer la descendance de nos demi-sang Larzacs-Barbarins (n°ˢ 9, 10, 11, 16, 25, 28) et celle de leurs descendants ont été placés plus loin (voir p. 511, 512, 513).

Dans chacun d'eux les sujets observés sont représentés par de petits rectangles et les produits d'une même génération figurent sur la même ligne horizontale, les mâles à droite, les femelles à gauche de la ligne séparatrice médiane. Des lignes pointillées relient les mères à leurs produits, et sur ces lignes se trouve indiquée l'année de la naissance du sujet situé à leur extrémité supérieure. Les chiffres inscrits dans les rectangles donnent les numéros d'ordre des individus observés.

Si on effectue le dénombrement de ces sujets, on constate que nos recherches concernent actuellement :

6 premiers métis,
30 deuxièmes métis,
24 troisièmes métis,
12 quatrièmes métis,
1 cinquième métis.

Une description forcément sommaire de chacun d'eux existe à la fin de ce mémoire. On pourra constater en s'y reportant que les métis du même degré sont décrits dans la même série d'observations et autant que possible dans l'ordre des familles. Il est peut-être bon d'ajouter aussi que c'est l'étude attentive de descriptions plus complètes et l'examen minutieux que nous avons fait des sujets encore vivants qui nous ont plus particulièrement guidé dans l'exposé des résultats obtenus.

I. — Les premiers métis (voir série I).

Ils ne ressemblent pas, par leurs caractères extérieurs, aux intermédiaires théoriques que les deux races croisées auraient pu engendrer. La race Barbarine est en effet fort bien représentée par cinq d'entre eux (n°s 9, 10, 11, 25, 28), tandis que les traces de l'intervention de la race Larzac apparaissent seulement avec quelque netteté sur le sixième (n° 16). Les puissances héréditaires des brebis Barbarines l'ont donc ici manifestement emporté sur celles des béliers Larzacs. Des faits analogues ont plus d'une fois déjà été observés, mais il est néanmoins assez curieux de se trouver en présence d'une prédominance aussi marquée d'une race sur l'autre. Et l'on comprend, en somme, avec de pareils exemples, qui sont cependant les fruits d'une égale collaboration de deux types assez harmoniques, que la vieille méthode de l'appareillement ait eu si peu de succès et, par suite, si peu de crédit dans la bonne zootechnie.

II. — Les deuxièmes métis (voir série II).

Ils sont au nombre de trente et peuvent être classés de la façon suivante :

a) Barbarins à peu près purs (nos 30, 31, 31 *bis*, 52, 63, 43, 44 *bis*, 49, 57). Total.	9
b) Barbarins-Larzacs (nos 32, 40, 53). Total.	3
c) Larzacs-Barbarins (nos 42, 43 *bis*, 45, 35, 37, 46, 56, 58, 67. Total	9
d) Voisins du type Larzac (nos 41, 33, 44, 39, 34, 34 *bis*, 36, 47, 59. Total.	9
Total.	30

a) Le tiers environ de ces deuxièmes métis, ou trois quarts de sang, est donc composé de sujets qui, par leur conformation



Fig. 1. — N° 52 (2e métis).

générale, par leur pigmentation plus ou moins régulière et étendue, par leur laine grossière, par la disposition très spéciale de la queue à sa base, etc., peuvent être considérés comme de bons représentants de la race Barbarine. Un observateur attentif serait bien gêné pour trouver sur eux un caractère de la race Larzac. Il suffira du reste d'examiner la brebis (2e métis) n° 52, que nous reproduisons ici (fig. 1), pour se bien pénétrer de l'exactitude du fait que nous avançons.

Tout chez ce sujet, sauf peut-être la disposition horizontale des oreilles, pourtant très grandes, caractérise à merveille le type Barbarin du midi de la France. La face large qu'il possède, ses lèvres épaisses, son cou long et fortement plissé, la disposition de sa croupe, le renflement évident de la queue à

son point d'attache, la ligne rentrante qui s'observe au niveau des gigots, la pigmentation de la face et des membres, et surtout l'aspect général de l'individu, démontrent bien qu'il en est ainsi.

Les huit sujets qui, avec le n° 52, composent ce premier groupe des « *Barbarins à peu près purs* » lui ressemblent beaucoup et méritent la place qui leur a été accordée dans le classement ci-dessus.

b) Dans le deuxième groupe, intitulé *Barbarins-Larzacs*, nous



Fig. 2. — N° 53 (2e métis).

trouvons seulement trois deuxièmes métis; les numéros 32, 40 et 53. Leur description, et mieux encore la reproduction de l'un d'eux, n° 53 (fig. 2), montrera à merveille quelle ressemblance ils ont avec le type Barbarin. Le n° 53 est en effet bien semblable au n° 52. Il y a cependant entre eux quelques caractères différentiels portant moins sur les formes corporelles que sur l'expression de la tête, qui prend ici (fig. 2) un aspect plus pyrénéen, et sur l'absence à peu près complète du pigment roux que les sujets du premier groupe possèdent tous.

Le n° 32 est dans le même cas. Mais le n° 40 aurait pu, par sa pigmentation, trouver place à côté des « *Barbarins à peu près purs* ». C'est même au milieu d'eux que nous l'avions d'abord placé, avant que l'examen de sa conformation générale, qui met

bien en évidence l'intervention du reproducteur Larzac, nous ait amené à le faire figurer ici.

c) Les « *Larzacs-Barbarins* » qui, au nombre de neuf, constituent le troisième groupe de nos produits de deuxième génération, sont fort intéressants. Chez eux, la pigmentation régulière de la face et des membres est remplacée, dans les mêmes régions, par des taches irrégulièrement disséminées et souvent peu étendues. Leur conformation est, d'autre part, moins défectueuse, surtout au niveau de la poitrine. Le cou et la tête ont aussi plus d'analogie avec ceux des Larzacs, mais la croupe toujours fort inclinée, la queue toujours large à sa base (et nous ne citons que les signes les plus frappants) affirment encore bien nettement la très incomplète élimination des caractères de la race maternelle. Ces métis méritent cependant, par le mélange en parties à peu près égales des caractères des deux races, la dénomination sous laquelle nous les présentons.

d) Le quatrième groupe, dans lequel sont placés les sujets les plus « *voisins du type Larzac* », constitue enfin un noyau assez homogène de produits chez lesquels le pigment a entièrement disparu, ou existe seulement en quantité négligeable. Les formes corporelles de ces ovidés sont déjà meilleures et leur peau a perdu beaucoup des plis de la région du cou; toutefois, la queue persiste à se montrer chez eux avec les caractères que nous lui connaissons chez les Barbarins. C'est là une disposition qui est jusqu'ici très générale et qui semble disposée à s'effacer difficilement. On peut néanmoins constater sans peine qu'un pas considérable a été fait, par ces neuf ovidés, vers le type paternel.

III. — Les troisièmes métis (voir série III).

Parmi les vingt-quatre troisièmes métis qui figurent sur les graphiques, trois sont morts avant que leur description ait été prise ; ce sont les nos 69, 73 et 74. Nous classons ainsi qu'il suit les vingt et un restants :

a) Très voisins du type Barbarin (nos 65 et 76). Total.	2
b) Barbarins-Larzacs (nos 77 et 78). Total.	2
c) Larzacs-Barbarins (nos 50, 54, 66, 51, 55, 64). Total.	6
d) Voisins du type Larzac (nos 68, 75, 61, 62, 79, 80, 83, 86, 71, 81, 72). Total	11
Total.	21

a) Constatons d'abord la diminution considérable, parmi ces sept huitièmes de sang, du nombre de ceux qui se rapprochent beaucoup du type Barbarin; nous en avons seulement 2 sur 21. L'un d'entre eux, le n° 65, est d'ailleurs né de la brebis n° 43 (2e métis), déjà classée parmi les sujets barbarins à peu près purs. La puissance héréditaire de cette brebis a été bien plus forte que celle du bélier Larzac, avec lequel elle a été accouplée, car le produit engendré est uniquement porteur des caractères de la race

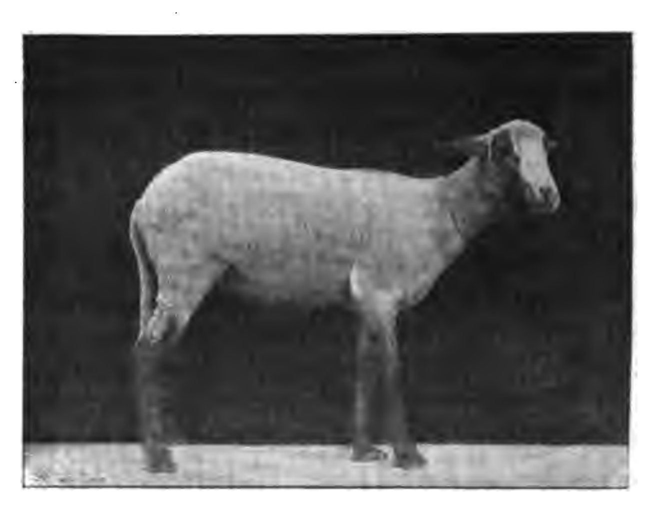


Fig. 3. — N° 65 (3e métis).

maternelle. Il la représente même fort peu avantageusement, tant sa conformation laisse à désirer. La figure 3 donne de lui une idée assez exacte et montre aussi, en l'exagérant un peu, l'importance des améliorations à réaliser au point de vue de la production de la viande sur un grand nombre des représentants de cette race.

Le n° 76, qui appartient à la même famille (graphique B), donne lieu à des remarques identiques.

b) Les individus un peu plus voisins du Barbarin que du Larzac sont aussi peu nombreux. C'est d'abord le n° 77, frère du n° 76, qui malgré les caractères de sa mère (n° 42) arrive avec un contingent sérieux de propriétés spéciales à la race croisée. C'est ensuite le n° 78, issu de la brebis n° 46 dont la descendance ultérieure s'est davantage rapprochée du type Larzac.

c) Six sujets, fidèles à la théorie, composent le troisième groupe et présentent, mélangés, les caractères des deux reproducteurs, avec une prédominance appréciable de ceux du père sur ceux de la mère.

d) Les plus nombreux enfin (ils sont 11, c'est-à-dire plus de la moitié) ne portent plus que de faibles traces de leur origine métisse. Cependant la queue possède encore chez eux la disposition sur laquelle nous avons déjà si souvent appelé l'attention.



Fig. 4. — N° 72 (3e métis).

La peau plissée du barbarin s'y fait aussi remarquer. Le pigment. à son tour, n'a pas complètement disparu; il se montre toujours, quoique bien timidement, sous forme de petites taches brunes en ses points d'élection favoris. Le manque de finesse de la laine et l'ossature grossière sont enfin les derniers attributs venant du Barbarin que l'on peut facilement observer sur ces sujets. La figure 4 représente l'un d'eux, pris au hasard (n° 72).

IV. — Les quatrièmes métis (Voir série IV).

Ils seraient au nombre de douze, si les descriptions de deux d'entre eux (nos 93 et 94), qui sont mort-nés, avaient pu être recueillies. Le classement des dix autres peut s'établir de la façon suivante :

a) Barbarin à peu près pur (n° 87). Total	. . . .	1
b) Larzac-Barbarin (n° 90). Total	. . . .	1
c) Très voisins des Larzacs (n°s 84, 70, 88, 89, 92), Total	. . . .	5
d) Larzacs purs (n°s 82, 60, 91). Total	. . . .	3
	Total.	10

a) Il n'en faut pas davantage pour constater que nos produits de quatrième génération (quinze seizièmes de sang) ne sont pas tous de bons représentants de la race paternelle. L'un d'entre eux surtout, le n° 87, a encore des caractères bien frappants de la race croisée. Nous le reproduisons ici (fig. 5) pour montrer qu'il ne saurait être confondu avec un Larzac. Sa pigmentation rousse, son fanon très prononcé et sa queue fort élargie à sa racine montrent que l'on a affaire à un Barbarin presque pur, qui aurait pu être dans la suite un élément retardateur si son sexe lui avait permis de participer à la production de sujets intéressants pour nous. Il n'y a pas lieu de s'en étonner, car sa mère, le n° 65 (3° métis), était elle-même restée très fidèle au type à éliminer.



Fig. 5. — N° 87 (4° métis).

b) Nous ne dirons qu'un mot du Larzac-Barbarin n° 90 qui, avec des formes corporelles assez bonnes, possède une pigmentation et une attache de queue s'opposant à son entrée dans le groupe suivant.

c) Dans ce groupe, nous rencontrons des sujets qui paraissent appartenir, *a priori*, à la race pure du Larzac; cependant, un examen attentif permet bien vite à l'observateur expérimenté de déceler çà et là des caractères de la race Barbarine. Il en est notamment un qui est surtout marqué et d'une grande ténacité; c'est celui qui est représenté par l'ampleur de la base de la queue. L'étude du n° 70, placé ci-dessous, permettra au lecteur d'apprécier, avec le degré d'amélioration obtenue, le quantum des caractères présents et spéciaux à la race maternelle. Ils sont ici très visibles (fig. 6) dans la région postérieure du corps et au niveau des membres encore grossiers.

d) Il nous reste enfin à citer le groupe des « *Larzacs purs* » qui contient trois individus chez lesquels l'examen le plus sérieux ne



Fig. 6. — N° 70 (4e métis).

nous a pas permis de trouver un indice, de quelque valeur pratique, rappelant l'intervention de la race barbarine.

V. — Un cinquième métis.

Nous en avons un seul à l'heure actuelle; c'est le n° 85. Il est décrit à la série V et représenté ci-dessous (figure 7). On reconnaîtra certainement en lui le type à peu près parfait de l'agneau du Larzac.



Fig. 7. — N° 85 (5e métis).

Il est regrettable que les sujets de quatrième génération ne soient pas plus nombreux, car ce sont eux en réalité qui, au point de vue doctrinal, présentent le maximum d'intérêt. Les agnelages de 1899 et de 1900 apporteront à

nos données actuelles des éléments nouveaux, dont l'étude s'ajoutera à celle que nous venons de faire et permettra, peut-être, l'élaboration de conclusions définitives. En attendant ces notes complémentaires, on peut résumer comme il suit les résultats de ces longues expériences :

1° Les *cinq sixièmes* des premiers métis que nous avons obtenus sont absolument semblables à des individus de la race maternelle.

2° Le *tiers* environ des produits de la deuxième génération est dans le même cas. Les *deux tiers* restants sont composés; l'un, de vrais métis à caractères très mélangés, l'autre, de sujets déjà assez rapprochés du type paternel.

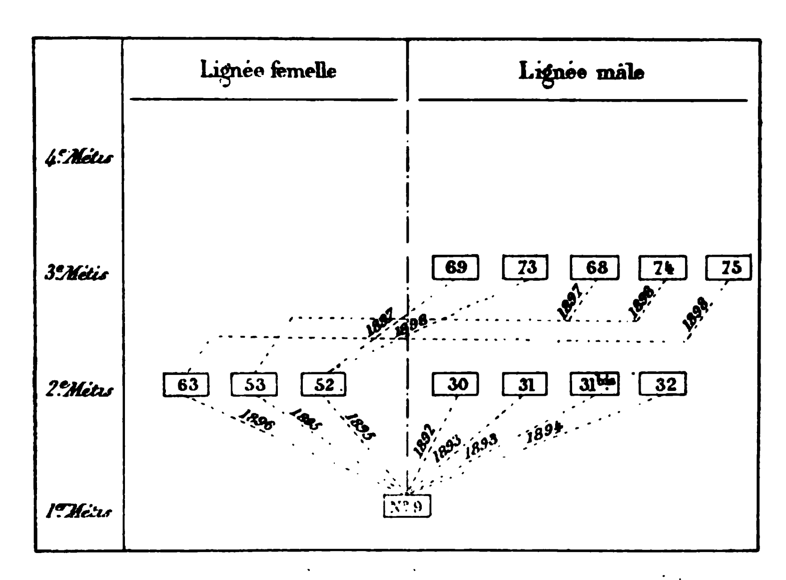
3° A la troisième génération, la fraction qui représente l'élément Barbarin bien caractérisé tombe de *un tiers* à *un dixième*. Les véritables métis forment encore les *quatre dixièmes* du nombre total et la proportion des individus très voisins de la race croisante monte à *cinq dixièmes*.

4° Mais les produits de quatrième génération ont encore les *deux dixièmes* de leurs sujets nettement pourvus des caractères de la race barbarine, et les *huit dixièmes* qui restent sont seulement composés de *trois dixièmes* de Larzacs vraiment réussis.

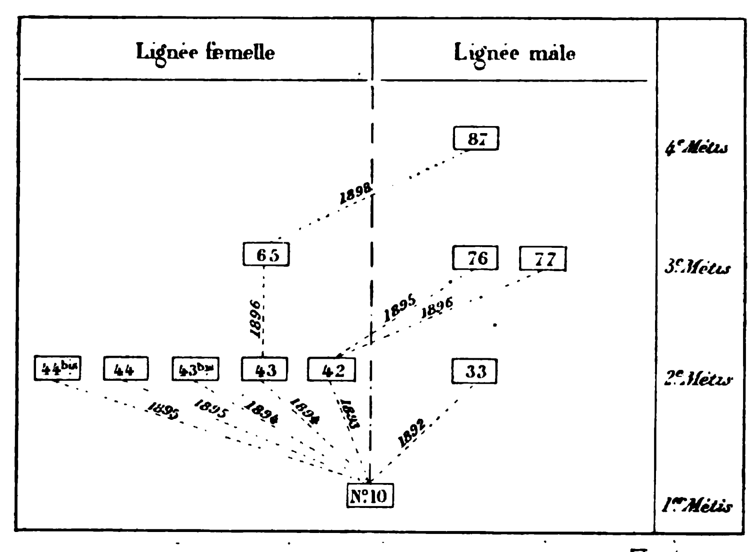
Nous n'avons évidemment pas l'intention d'accorder à ces résultats une grande valeur générale. Ils sont néanmoins assez éloquents pour mettre en évidence le peu d'homogénéité des quatrièmes métis que nous avons eu l'occasion d'étudier et la proportion relativement faible de ceux qui peuvent être pratiquement considérés comme des sujets réellement conformes au type nouveau.

Telle est la donnée intéressante qui se dégage, aujourd'hui, de nos observations. Nous verrons, ultérieurement, si elle mérite d'être énoncée d'une façon plus positive.

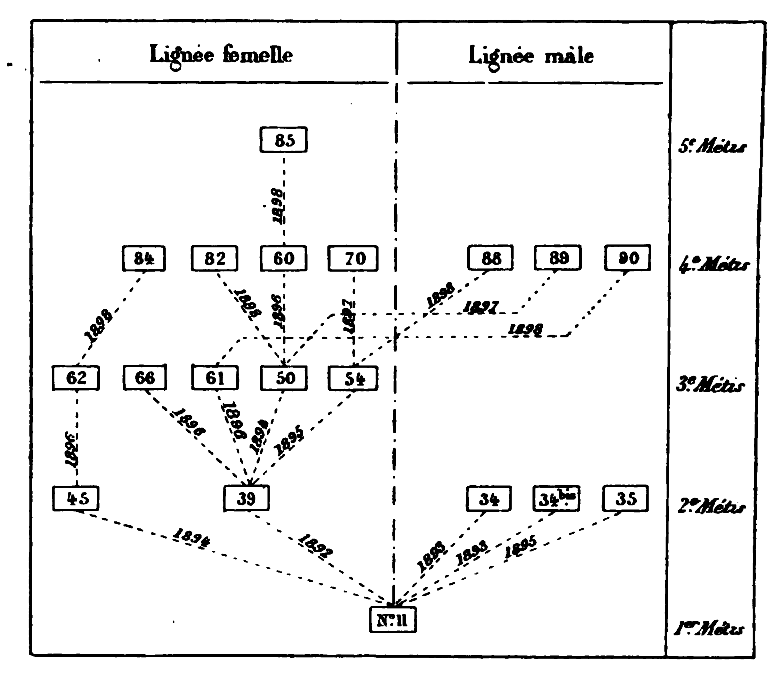
Graphiques montrant la descendance des premiers métis Larzacs-Barbarins.



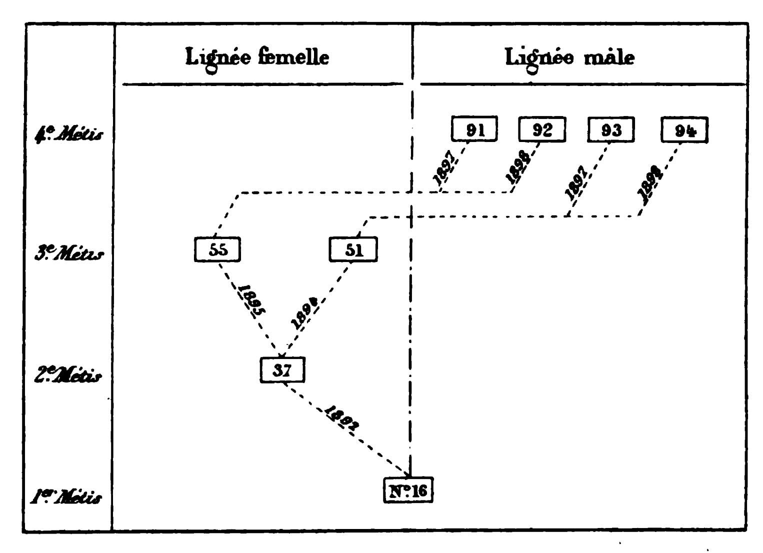
A. — Descendance du 1er métis n° 9 et du bélier Larzac.



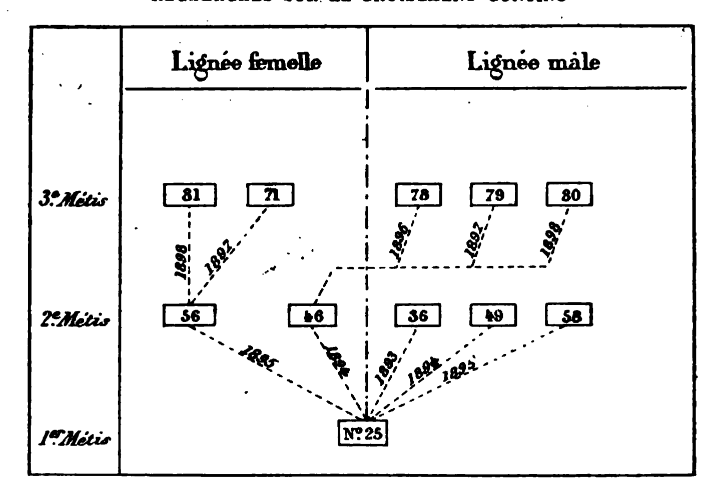
B. — Descendance du 1er métis n° 10 et du bélier Larzac.



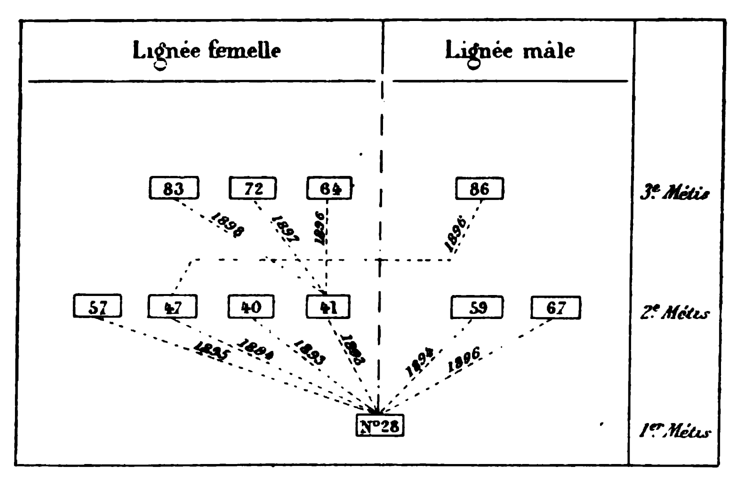
C. — Descendance du 1er métis n° 11 et du bélier Larzac.



D. — Descendance du 1er métis n° 16 et du bélier Larzac.



E. — Descendance du 1er métis n° 25 et du bélier Larzac.



F. — Descendance du 1er métis n° 28 et du bélier Larzac.

RÉSUMÉ DES DESCRIPTIONS

Série I. — **Les premiers métis** (nés en janvier 1890).

N° **9**. — Face pigmentée en roux clair. Liste en tête très accusée. Laine grossière, à mèches pointues. Toison abondante. Membres très forts, de couleur rousse. Queue légèrement élargie à la base. — *Ressemble à un pur Barbarin.*

N° **10**. — Facies de Barbarin avec liste en tête. Laine grossière, d'un roux très clair, à mèches pointues. Toison ouverte, et étendue. Membres

absolument roux (sauf au niveau de l'articulation métatarso-phalangienne au membre postérieur droit). Queue large à son point d'attache. — *Type Barbarin à peu près pur.*

N° **11**. — Face pigmentée. Laine rude au toucher. Toison ouverte. Membres pigmentés. Queue de Barbarin. — *Type Barbarin.*

N° **16**. — Facies de Larzac, avec taches de pigment roux sur la joue droite. Les membres portent aussi de petites taches rousses au niveau des métacarpiens et des métatarsiens. Laine blanche et grossière. Toison étendue. Queue non élargie à son point d'insertion. — *Type plus semblable au Larzac qu'au Barbarin.*

N° **25**. — Facies de Barbarin avec grandes oreilles pendantes et blanches. Peau plissée et tachée de roux à la face et aux membres. Laine grossière. Toison ouverte. Formes corporelles, ossature et queue du Barbarin. — *Type Barbarin.*

N° **28**. — Face partiellement pigmentée. Membres d'un roux très foncé. Laine grossière et un peu rousse. Queue de Barbarin. — *Ressemble beaucoup au type maternel.*

Série II. — **Les deuxièmes métis.**

1° *Du graphique A.*

N° **30**.— Né en janvier 1892. Tête pigmentée. La nuque seule est blanche. Tronc et région dorsale, de couleur rousse. Queue de Barbarin, pigmentée à la base, blanche à l'extrémité. Membres de teinte rousse uniforme. Laine grossière. — *Se rapproche beaucoup du type Barbarin.*

N° **31**. — Né en janvier 1893. Cet agneau est d'un roux sombre. La nuque est encore blanche. Queue élargie à la base, blanche dans sa moitié inférieure. — *Ressemble à un Barbarin.*

N° **31** *bis*. — Né en janvier 1893. Agneau pigmenté autour de la bouche, autour des yeux, sur la joue gauche, sur les oreilles, à l'extrémité inférieure des membres et sur la cuisse gauche. Le reste de son corps est moucheté. Aspect spécial. Laine très grossière. Queue longue et toujours large en haut. — *Très voisin du Barbarin.*

N° **32**. — Né en janvier 1894. Possède seulement du pigment noir à la lèvre inférieure, à l'extrémité des oreilles et le long des métatarsiens. Le reste du corps est blanc. Facies de Larzac. Queue de Barbarin. Peau plissée. Laine grossière. — *Type Barbarin-Larzac.*

N° **52**. — Née en janvier 1895. Tête rousse, sauf dans sa portion supéro-antérieure. Oreilles pigmentées. Le reste du corps est d'un roux très clair. Queue de Barbarin. Membres complètement roux. Peau plissée. — *Conformation de la race Barbarine.* — On prendrait ce sujet pour un représentant tout à fait pur de cette race. (V. fig. 1).

N° **53**. — Née en janvier 1895. Tout son corps est blanc. On note seulement un peu de pigment roux autour des lèvres et immédiatement au-dessus des onglons. Queue de Barbarin réussie. Peau un peu plissée. Conformation de Barbarin. *Type Barbarin-Larzac* (V. fig. 2.)

N° **63**. — Née en janvier 1896. Belle face. Corps et membres pigmentés. Oreilles rousses et longues. Queue large à la base. *Se rapproche énormément du Barbarin.*

2° *Du graphique B.*

N° **33**. — Né en janvier 1892. Tête blanche, avec quelques taches d'un roux clair aux lèvres et au-dessus des orifices du nez. Oreilles blanches. Dos et tronc non pigmentés. Laine assez fine. Membres légèrement tachés de roux au niveau des phalanges. Queue non élargie à son point d'insertion. — *Ce sujet se rapproche, en somme, du reproducteur Larzac.*

N° **42**. — Née en janvier 1893. Face de Larzac partiellement pigmentée. Corps dépourvu de taches pigmentaires. Membres légèrement mouchetés à leur partie inférieure. Queue de Barbarin. — *Type Larzac-Barbarin.*

N° **43**. — Née en janvier 1894. Large liste en tête depuis la nuque jusqu'au bout du nez. Le reste de la tête est de couleur rousse. Il en est de même du corps entier et des membres. Queue de Barbarin. Laine grossière. — *Type Barbarin assez réussi.*

N° **43** *bis*. — Née en janvier 1894. Liste en tête très accusée. Oreilles très fortement pigmentées. Plusieurs grandes taches rousses, existent en divers points du corps. Membres postérieurs roux jusqu'aux jarrets, et blancs au dessous de cette articulation. Laine ordinaire. Queue non élargie. — *Tient du Larzac et du Barbarin.*

N°s **44** et **44** *bis*. — Nées en janvier 1895. Agnelles mortes quelques jours après leur naissance. L'une, toute blanche, ressemblait beaucoup au type Larzac. L'autre, fortement pigmentée en divers points du corps, avait une queue de Barbarin et l'allure générale des animaux de cette race.

3° *Du graphique C.*

N° **39**. — Née en janvier 1892. Face blanche. Toison blanche. Oreilles bordées de quelques poils roussâtres. Queue de Barbarin. Membres sans pigment. Laine fine. Conformation assez bonne. *Se rapproche assez du type Larzac.*

N°s **34** et **34** *bis*. — Nés en janvier 1893. Morts quelques jours après celui de leur naissance. — *Ressemblaient à des agneaux Larzac.*

N° **45**. — Née en janvier 1894. Pigmentation localisée au pourtour des lèvres, à l'extrémité des oreilles et à la partie inférieure des membres, sous forme de mouchetures rousses. Toison blanche. Laine grossière. Queue élargie. Conformation plutôt médiocre. — *Type Larzac-Barbarin.*

N° **35**. — Né en janvier 1895. N'a de la race barbarine que la forme de la queue et la conformation du train postérieur. — *Ressemblerait sans cela à un Larzac.*

4° *Du graphique D.*

N° **37**. — Née en janvier 1892. La tête est de couleur rousse. On observe en outre des taches plus foncées en divers points du corps. Les membres antérieurs et postérieurs sont incomplètement roux. La laine est assez gros-

sière et la queue très légèrement élargie à la base. — ***Présente à la fois des caractères du Larzac et du Barbarin.***

5° *Du graphique E.*

N° **36**. — Né en janvier 1893. Corps entièrement blanc. Membres postérieurs mouchetés de roux clair au niveau des métatarsiens. Queue longue, sans élargissement appréciable. Laine assez fine. — *Se rapproche du type Larzac.*

N° **46**. — Née en janvier 1894. Un peu de pigment noir sous forme de petites taches au pourtour des lèvres et au niveau des phalanges des quatre membres. Le reste du corps est blanc. Queue de Barbarin. — *Type Larzac-Barbarin.*

N° **49**. — Né en janvier 1894. Agneau entièrement roux, avec liste en tête très accusée. La portion latérale gauche de l'abdomen est irrégulièrement pigmentée. Queue de Barbarin, blanche dans ses deux tiers inférieurs. Peau plissée. Laine grossière. — *Type Barbarin.*

N° **56**. — Née en janvier 1895. Possède du pigment noir autour des lèvres, sur les bords antérieurs des oreilles et au niveau des phalanges. Le reste du corps est blanc. Queue non pigmentée, mais élargie. Laine ordinaire. — *Type Larzac-Barbarin.*

N° **58**. — Né en janvier 1896. Le pigment roux s'observe autour des lèvres, sur les sus-naseaux et autour des yeux, puis d'une façon très marquée, aux membres postérieurs, et notamment au niveau de la région métatarso-phalangienne. Le reste du corps est blanc. Queue de Barbarin. Laine assez fine. — *Type Larzac-Barbarin.*

6° *Du graphique F.*

N° **40**. — Née en janvier 1893. Est entièrement pigmentée. La portion cranienne de la tête est seule dépourvue de pigment. Grandes oreilles. Queue de Barbarin. Formes corporelles du Larzac. — *Type Barbarin-Larzac.*

N° **41**. — Née en janvier 1893. Facies et formes corporelles du Larzac. Quelques rares mouchetures de couleur rousse au pourtour des yeux. — *Type Larzac assez réussi.*

N° **47**. — Née en janvier 1894. Porte un peu de pigment roux clair au bout de la face et au niveau des phalanges des membres antérieurs. Laine grossière. Queue élargie. — *Se rapproche néanmoins bien plus du Larzac que du Barbarin.*

N° **59**. — Né en janvier 1894. Tête de Larzac, sans pigment. Oreilles légèrement rousses sur leur bord antérieur. Pas d'autre pigment. Conformation assez bonne. Queue un peu élargie, très longue. Laine grossière. — *Ce sujet est, en somme, assez voisin du type paternel (Larzac).*

N° **57**. — Née en janvier 1895. Facies de Barbarin avec large liste en tête. Tout le corps est pigmenté en roux foncé. Il en est de même des membres. Les postérieurs ont de petites balzanes mouchetées de roux. Queue de Barbarin, rousse dans sa moitié supérieure, blanche en dessous. Laine très grossière. — *Type Barbarin.*

N° 67. — Né en janvier 1896. Le pigment existe seulement autour des lèvres, à l'extrémité des oreilles et sur les phalanges. Tout le reste du corps est blanc. Laine grossière. — *Type Larzac-Barbarin.*

Série III. — Les troisièmes métis.

1° *Du graphique A.*

N° 69. — Né en janvier 1897. Agneau mort-né. Sans pigment.

N° 73. — Né en janvier 1898. Agneau mort quelques jours après sa naissance. Pas de description le concernant.

N° 68. — Né en janvier 1897. Pas de pigment. Peau très peu plissée. Queue de Barbarin. Laine assez fine. — *Ressemble beaucoup au Larzac.*

N° 74. — Né en janvier 1898. Mort quelques jours après sa naissance. Pas de description.

N° 75. — Né en janvier 1898. Le corps n'est pas pigmenté du tout. Il en est de même des membres. Facies de Larzac. Conformation bonne. La queue est encore élargie à la base. — *Se rapproche beaucoup du type paternel.*

2° *Du graphique B.*

N° 65. — Née en janvier 1896. Cette brebis est entièrement rousse. Les oreilles sont pigmentées. Belle face. Queue élargie à la base et blanche à l'extrémité. Conformation mauvaise. Membres grossiers. — *Type Barbarin.* (V. fig. 3.)

N° 76. — Né en janvier 1895. Pigment roux foncé répandu sur tout le corps. Les membres sont aussi pigmentés. La tête est seulement blanche sur sa portion supérieure. Queue de Barbarin, rousse supérieurement, blanche à l'extrémité libre. Laine grossière. — *Type Barbarin presque pur.*

N° 77. — Né en janvier 1896. Large liste en tête depuis la nuque jusqu'au bout des lèvres. Le fond de la robe est blanc, mais parsemé de taches rousses. Membres antérieurs et postérieurs tachés de roux. Queue de Barbarin, blanche dans sa portion inférieure. Laine grossière. — *Se rapproche plus du Barbarin que du Larzac par sa conformation.*

3° *Du graphique C.*

N° 50. — Née en janvier 1894. La pigmentation rousse existe seulement autour des lèvres et à la partie inférieure des membres. Partout ailleurs elle est absente. Queue de Barbarin. Laine assez fine. — *Sujet plus voisin du Larzac que de la race maternelle.*

N° 54. — Née en janvier 1895. Description identique à celle du N° 50. — *Se rapproche du type paternel.*

N° 61. — Née en janvier 1896. Toute blanche, sans aucune tache de pigment. Queue large à la base. — *Très voisine du type Larzac par sa conformation.*

N° 66. — Née en janvier 1896. Tête de Larzac. On observe un peu de pig-

ment roux aux extrémités inférieures des membres qui sont grêles. Conformation médiocre, avec queue élargie. *Type Larzac-Barbarin.*

N° **62**. — Née en janvier 1896. — *Ressemble à une Larzac pure.*

4° *Du graphique D.*

N° **51**. — Née en janvier 1894. Facies de Larzac avec un peu de pigment roux autour des lèvres. Le corps porte deux grosses taches de la même couleur, une sur le sacrum, l'autre au niveau du sternum. Queue de Barbarin. Membres tachés de roux. Laine grossière. *Type Larzac-Barbarin.*

N° **55**. — Née en janvier 1895. Le pigment est localisé au bout des lèvres à la partie libre des membres où il n'existe pas d'une façon très régulière. Queue de Larzac. Laine assez fine. — *Type Larzac-Barbarin.*

5° *Du graphique E.*

N° **78**. — Né en janvier 1896. Tout blanc; les oreilles portent cependant quelques petites taches rousses sur leur face supérieure. La partie inférieure des membres postérieurs est dans le même cas. Membres forts. Queue large à la base. — *Se rapproche plus du type Barbarin que du type Larzac.*

N° **79**. — Né en janvier 1897. Pas de pigment sur le corps. Les onglons seuls sont pigmentés. Peau très plissée. Laine assez fine. — *Type voisin du Larzac.*

N° **80**. — Né en janvier 1898. Tête et tronc absolument dépourvus de pigment. Il en est de même des membres. Queue très élargie. Laine assez fine. Bonne conformation. — *Se rapproche énormément du Larzac.*

N° **71**. — Née en janvier 1897. Tête, corps et membres entièrement blancs. Peau un peu plissée. Laine assez grossière. Queue non élargie. — *Très voisin de la race paternelle.*

N° **81**. — Née en janvier 1898. Tête blanche avec une petite tache brune à côté de l'une des narines. Corps blanc, membres blancs, onglons noirs. Queue de Barbarin. Bonne conformation. Laine assez fine. — *Se rapproche beaucoup du Larzac.*

6° *Du graphique F.*

N° **64**. — Née en janvier 1896. Ressemble beaucoup au Larzac par sa conformation, son facies et par l'absence de pigment. Laine grossière. Queue large à son point d'insertion. — *Type Larzac-Barbarin.*

N° **72**. — Née en janvier 1897. Facies de Larzac, sans pigment. Peau un peu plissée au niveau du cou. Queue encore un peu large à sa racine. Laine ordinaire. — *Type Larzac assez réussi.* (V. fig. 4.)

N° **83**. — Née en janvier 1898. Tête blanche avec cinq ou six petites taches brun foncé autour des lèvres. Corps blanc. Membres blancs. Conformation bonne. Laine ordinaire. — *Se rapproche beaucoup du Larzac*, sauf par le mode d'insertion de la queue, toujours très élargie.

N° **86**. — Né en janvier 1896. Sujet très voisin du Larzac par sa conformation. Pas de pigment. Queue non élargie. Laine de qualité moyenne.

Série IV. — **Les quatrièmes métis.**

1° *Du graphique B.*

N° **87**. — Né en janvier 1898. Corps pigmenté en roux et nuancé de blanc. Large liste en tête. Queue de Barbarin, blanche à l'extrémité. Bonne conformation. — *Se rapproche beaucoup du type Barbarin.* (V. fig. 5.)

2° *Du graphique C.*

N° **84**. — Née en janvier 1898. Tête de Larzac. Absence de pigment. Queue de Barbarin. Conformation mauvaise. Sujet chétif. — *Très voisin du type Larzac.*

N° **82**. — Née en janvier 1898. Pas de traces de pigment. Conformation bonne. Queue non élargie. — *Type Larzac réussi.*

N° **60**. — Née en janvier 1896. Porte une tache de pigment roux au niveau de l'épaule, à la naissance. Cette tache disparaît complètement en juin la même année. Le reste du corps est blanc. — *Type Larzac.*

N° **70**. — Née en Janvier 1897. Corps entièrement blanc. Peau non plissée. Laine assez fine. Queue un peu trop élargie à son point d'insertion. Membres grossiers. — *Ressemble assez néanmoins à la race paternelle.* (V. fig. 6.)

N° **88**. — Né en janvier 1898. — *Type Larzac*, bien conformé, sans pigment, avec laine grossière et queue de Barbarin.

N° **89**. — Né en janvier 1897. — *Ressemble aussi à la race Larzac*, mais possède toujours la queue élargie à la base, du Barbarin, et le train postérieur de cette race.

N° **90**. — Né en janvier 1898. Le pigment n'a pas entièrement disparu. On en trouve encore chez ce sujet à l'extrémité inférieure de la face et aux oreilles. La queue est encore large à son point d'attache. Laine ordinaire. — *Type Larzac-Barbarin.*

3° *Du graphique D.*

N° **91**. — Né en janvier 1897. — *C'est un Larzac pur.*

N° **92**. — Né en janvier 1898. Ressemble aussi beaucoup au type Larzac, mais la queue de Barbarin est revenue avec beaucoup de netteté. Laine de qualité médiocre.

N° **93**. — Né en janvier 1897. Mort-né. Pas de description.

N° **94**. — Né en janvier 1898. Mort-né. Pas de description.

Série V. — **Un cinquième métis** (graphique C).

N° **85**. — Née en janvier 1898. Tête de Larzac. Pas de pigment. Queue non élargie. Bonne conformation. Laine assez fine. — *Type Larzac.* (V. fig. 7.)

CULTURE DU BLÉ ET DE L'AVOINE

AU CHAMP D'EXPÉRIENCE DE GRIGNON EN 1898

PAR

M. P.-P. DEHÉRAIN
Membre de l'Académie des Sciences.

La récolte de 1898 a donné de très grandes espérances qu'elle n'a réalisées qu'en partie ; à voir l'abondance des gerbes qui, au moment de la moisson, étaient empilées sur les chariots, à voir le nombre des meules qui s'alignaient dans les champs, on a pu croire tout d'abord qu'on se trouvait devant la plus forte récolte du siècle et qu'on allait dépasser la fameuse année 1894, où l'on recueillit, en France, 135 millions d'hectolitres ; on parlait, pour 1898, de 140 millions d'hectolitres.

Quand on a commencé à battre, on a eu un gros mécompte, ces gerbes nombreuses n'étaient que médiocrement garnies et, passant, ainsi qu'il arrive souvent, d'un extrême à l'autre, on déclara que la récolte de 1898 se réduirait à 120 millions, c'est-à-dire qu'elle différerait peu des récoltes de 1895 et 1896 ; les chiffres officiels sont compris entre les espérances exagérées du début et les évaluations insuffisantes suscitées par les premiers battages. Les renseignements recueillis au ministère de l'agriculture conduisent à supposer que la récolte de 1898 atteindra 131 millions d'hectolitres. Elle est donc très bonne, puisqu'elle ne diffère que très peu du rendement de 1874, qu'on n'a pas retrouvé depuis.

Les conditions météorologiques sont toujours les causes déterminantes des échecs et des succès, car dans un pays comme le nôtre, où la culture du blé remonte à une époque reculée, où elle couvre près de 7 millions d'hectares, les progrès dans le choix des semences et dans la distribution des engrais sont lents à se propager, et si en 1897 nous avons eu une récolte déplorable, une excellente en 1898, c'est que dans un cas la saison a été défavorable, tandis qu'au contraire la pluie a été abondante pendant les mois de végétation active cette année et qu'en outre la maturation n'a pas été précipitée par une succession de journées brûlantes comme l'an dernier.

Nous donnons ci-joint les relevés pluviométriques de notre

station agronomique de Grignon, nous y comprenons l'automne de 1897, époque des semis de blé :

Relevé pluviométrique.

	EAU TOMBÉE en millimètres de hauteur.
Octobre 1897	8.4
Novembre	24.6
Décembre	49.7
Janvier 1898	4.8
Février	66.6
Mars	61.2
Avril	22.8
Mai	93.7
Juin	57.4
Juillet	25.7
Août	37.8
Septembre	31.8

L'hiver a été trop doux pour que le blé ait gelé, et comme à partir d'avril nous avons eu de nombreuses averses, la terre est restée humide ; or, nous avons insisté trop souvent sur ce sujet pour qu'il soit inutile d'y revenir encore, dans une terre humide, la nitrification est active, et si les nitrates sont produits en temps utile la matière végétale est élaborée en quantité notable. Cette année, cette élaboration a été excessive, ainsi qu'il a été dit, dès le début, le nombre des gerbes a dépassé ce qu'on obtient d'ordinaire.

Or, pour qu'une récolte soit excellente, il ne suffit pas que les cellules à chlorophylle travaillent activement et que le poids des plantes soit considérable, il faut encore que la maturation se fasse régulièrement, c'est-à-dire que non seulement les principes déjà formés et qui sont en réserve dans les feuilles et dans les tiges, s'élèvent régulièrement jusqu'aux ovules fécondés, il faut en outre que l'élaboration des sucres qui apparaissent finalement dans le grain sous forme d'amidon, soit régulière et que ces principes une fois formés aient le temps de se transporter dans les grains. Il semble qu'en général, cette année, cette dernière partie de l'opération ait moins bien réussi que la première. Dans le midi, on a eu quelques coups de vent brûlants qui ont desséché le blé sur pied et ont empêché la maturation, les grains sont restés vides ; dans le Nord, la verse s'est produite sur nombre de points et a diminué la récolte.

A Grignon, nous n'avons eu que médiocrement à en souffrir, cependant deux parcelles de blé, à épi carré Scholley à paille forte, habituellement résistante, ont été atteintes et ont partiellement versé. MM. Julien et Dupont ont étudié ces parcelles versées et on trouvera plus loin les résultats de leur très intéressant travail.

Quand on examine les deux tableaux I et II où sont réunis les rendements constatés sur nos diverses parcelles, on voit qu'en général la maturation a été régulière et que nous n'avons pas eu, comme l'an dernier, disproportion entre la production du grain et celle de la paille. Il nous était arrivé l'an dernier de constater souvent un poids de paille triple de celui du grain; cette année, les rapports sont réguliers, on a récolté 2 de paille pour 1 de grain.

Nous sommes au reste à Grignon dans des conditions un peu exceptionnelles, notre terre est épaisse, et quoique filtrante, conserve habituellement assez bien l'humidité; toutefois les années humides, à moisson retardée, sont toujours les meilleures, et nous en avons fourni, il y a une dizaine d'années, des preuves convaincantes. — La plus belle récolte obtenue au champ d'expériences est celle de 1888: nous avons dépassé 40 quintaux métriques sur plusieurs parcelles; or, on a moissonné seulement au milieu d'août, en 1889, où tout était terminé à la fin de juillet, notre récolte était inférieure d'un tiers à celle de l'année précédente, en 1898, on a commencé la moisson le 9 août; la maturation a donc été lente, ce qui est pour nous une condition favorable.

Nous attribuons le succès d'une part à cette lenteur de la maturation, de l'autre aux pluies du printemps qui ont provoqué une nitrification énergique.

On en voit dans le tableau I de très curieux exemples; il s'est trouvé que cette année le blé a été semé sur deux des parcelles restées constamment sans engrais depuis 1875, ou au moins sans autre engrais que ceux qui dérivent directement du sol de la parcelle; on y a fait des cultures dérobées de vesce qui ont été enfouies; on y a enfoui également les feuilles des betteraves ou les fanes des pommes de terre que les parcelles ont portées, mais dans tous ces cas, il n'y a pas eu d'apport de matières fertilisantes extérieures; or, une de ces parcelles : **5**, a donné 15 quintaux métriques de grain par hectare et 33 quintaux métriques de paille; une autre : **53**, 17 quintaux métriques de grain et 30 de paille. La

moyenne en grain de ces deux parcelles, toujours sans engrais, a été de 16 quintaux métriques ou si on compte l'hectolitre à 80 kilos, de 20 hectolitres, c'est-à-dire qu'elle dépasse un peu la moyenne générale de la France qui n'est que de 19 hect. 1. Il est manifeste que pour que cette terre sans engrais fournisse de tels rendements, il faut qu'elle ait pu produire par ses propres forces des proportions notables de nitrates. Cette supposition n'est pas gratuite, nous avons vu que tous les ans nos parcelles en jachère nous donnent dans leurs eaux de drainage la valeur de 100 kilos d'azote nitrique par hectare, bien qu'on ne leur distribue aucun engrais azoté ; elles fixent l'azote atmosphérique et l'amènent à l'état de nitrates, tout simplement parce qu'elles sont humides. Nos terres emblavées ne donnent pas habituellement ces proportions considérables d'azote assimilable, parce qu'elles sont desséchées par les plantes mêmes qu'elles portent ; si elles étaient arrosées en temps convenable, elles les donneraient aussi bien que les terres des cases maintenues en jachère. Nous en avons eu un très bel exemple dans la culture du maïs fourrage en 1896 [1].

Dans un discours très intéressant, mais un peu touffu, à la mode anglaise, prononcé au congrès de Birmingham, un célèbre physicien, M. Crookes, s'inquiète de la difficulté qu'on rencontrera, dans le siècle prochain, à nourrir des populations de plus en plus nombreuses. Il se demande où l'on trouvera les engrais azotés nécessaires à la culture du froment, quand le gisement de nitrate de soude du Chili sera épuisé, et s'appuyant sur ses propres expériences, il cherche si la production de l'acide azotique provoquée par l'union des deux éléments de l'air, sous l'influence des forces électriques, ne peut devenir industrielle. On sait qu'en utilisant les chutes d'eau, on obtient, en effet, un flux électrique puissant à très bon compte.

Je ne discuterai pas les projets ingénieux de l'éminent physicien anglais, mais je rappelle une fois de plus qu'il existe une autre solution de la question, c'est l'irrigation. Il est parfaitement certain qu'une terre irriguée en temps convenable formera toujours assez de nitrates pour nourrir les récoltes de blé les plus abondantes et que du jour où l'on voudra employer l'eau réguliè-

1. *Ann. agron.*, t. XXIII, p. 254.
2. *Revue scientifique*, t. X, n° 14, 1er octobre 1898.

rement, on pourra diminuer dans une large mesure les dépenses d'engrais azotés.

§ I. — Influence de l'époque des semis sur les rendements.

Nous avons consacré à l'étude de cette importante question 24 de nos parcelles du champ d'expérience, huit d'entre elles du n° **1** au n° **4**, du n° **49** au n° **52**, ensemencement en Scholley; huit en blé Daltel de **6** à **9** et de **54** à **57**, huit enfin en Bordier de **10** à **13**, et de **58** à **61**; nous ne faisons pas entrer dans la discussion les nombres recueillis sur **5** et **53** toujours sans engrais.

Le 15 octobre, on a ensemencé deux parcelles après betteraves et deux après pommes de terre de chacune de ces trois variétés, puis on a retardé le semis de deux autres parcelles semblables pour chacune des variétés jusqu'au 6 novembre.

En général le semis précoce à été favorable, on le verra en parcourant le tableau I, et encore mieux par les moyennes suivantes :

Rendements moyens en grains.

		Après betteraves.	Après pommes de terre.
Scholley.	Semis précoce	39	» [1]
	Semis tardif	34.5	29
Daltel. .	Semis précoce	33.5	29
	Semis tardif	32.2	25
Bordier .	Semis précoce	34.2	24.7
	Semis tardif	31.5	25

Après betteraves, les semis précoces ont pour les trois variétés donné des résultats plus avantageux que les semis tardifs, la différence très sensible pour l'épi carré Scholley, est moins marquée pour le Daltel.

La comparaison est moins nette après pommes de terre ; elle ne peut avoir lieu pour le blé Scholley, à cause de la verse des deux parcelles ensemencées de bonne heure, et si elle est favorable aux semis précoces pour le blé Daltel, elle donne au contraire un léger avantage au semis tardif pour le Bordier.

Si on réunit en une seule moyenne, sans tenir compte des

1. Les deux parcelles 49 et 50 ont versé et, par suite de cet accident, ne peuvent figurer dans la moyenne.

TABLEAU N° . — Culture du blé au champ d'expériences de Grignon en 1898 (Rendements à l'hectare).

Influence de l'époque des semis sur l'abondance des rendements.

NUMÉROS DES PARCELLES	VARIÉTÉS CULTIVÉES	ÉPOQUE DES SEMIS	CULTURE ET FUMURE EN 1897	FUMURE EN 1898	POIDS DE LA RÉCOLTE de grain en quintal métrique.	POIDS DE LA RÉCOLTE de paille en quintal métrique.	VALEUR DE LA RÉCOLTE de grain à 21 fr. le quint. métr.	VALEUR DE LA RÉCOLTE de paille à 50 fr. la tonne.	VALEUR DE LA RÉCOLTE
							fr. c.	fr.	fr.
1	Scholley.	Précoce.	Betteraves. 50,000 kil. fumier	200 kil. nitrate de soude.	37 5	67 0	787 50	335	1.122
2	—	—	— 50,000 kil. fumier, terre nitrifiante.	Sans engrais	41 0	73 0	861 »	365	1.226
3	—	Tardif.	— 50,000 kil. fumier, 200 kil. nitrate.	200 kil. nitrate de soude.	34 5	71 0	724 »	353	1.079
4	—	—	— 50,000 kil. fumier, terre nitrifiante	Sans engrais	35 0	60 0	735 »	300	1.035
49	—	Précoce.	Pommes de terre, 50,000 kil. fumier	—	18 5	64 0	388 50	320	708
50	—	—	— 50,000 kil. fumier	200 kil. nitrate de soude.	22 0	61 0	462 »	305	767
51	—	Tardif.	— 50,000 kil. fumier	Sans engrais	29 0	55 0	609 »	275	884
52	—	—	— 5,000 kil. fumier.	200 kil. nitrate de soude.	29 0	68 0	609 »	340	949
5	Daltel.	—	Betteraves. Sans engrais.	Sans engrais.	15 0	33 0	315 »	165	480
6	—	Précoce.	— 50,000 kil. fumier, 200 kil. nitrate	200 kil. nitrate de soude.	32 0	61 0	672 »	305	977
7	—	—	— 50,000 kil. fumier, terre nitrifiante.	Sans engrais.	35 0	66 0	735 »	330	1.065
8	—	Tardif.	— 50,000 kil. fumier	—	33 0	67 0	693 »	335	1.028
9	—	—	— 50,000 kil. fumier, 200 kil, nitrate	200 kil. nitrate de soude.	31 5	68 5	661 »	342	1.003
53	—	—	Pommes de terre, sans engrais.	Sans engrais.	17 0	30 0	357 »	150	507
54	—	Précoce.	— 50,000 kil. fumier	—	27 0	57 0	567 »	285	852
55	—	—	— 50,000 kil. fumier	200 kil. nitrate de soude.	31 0	67 0	651 »	335	986
56	—	Tardif.	— 50,000 kil. fumier	Sans engrais.	26 0	52 0	546 »	260	806
57	—	—	— 50,000 kil. fumier	200 kil. nitrate de soude.	24 0	60 0	504 »	300	804
10	Bordier.	Précoce.	Betteraves. 50,000 kil. fumier, terre nitrifiante	Sans engrais.	34 0	68 0	714 »	340	1.054
11	—	—	— 50,000 fumier	200 kil. nitrate de soude.	35 0	75 0	735 »	375	1.110
12	—	Tardif.	— 50,000 fumier, 200 kil. nitrate	Sans engrais.	29 5	65 0	619 50	325	944
13	—	—	— 50,000 fumier, terre nitrifiante.	200 kil. nitrate de soude.	33 5	70 0	703 50	350	1.053
58	—	Précoce.	Pommes de terre, 50,000 kil. fumier	Sans engrais.	21 5	44 0	451 50	220	671
59	—	—	— 50,000 kil. fumier	200 kil. nitrate de soude.	28 0	66 0	588 »	330	918
60	—	Tardif.	— 50,000 kil. fumier	Sans engrais	27 0	58 0	567 »	290	857
61	—	—	— 50,000 kil. fumier	200 kil. nitrate de soude.	23 0	57 0	483 »	285	768

variétés, ni de la succession des récoltes, les semis précoces et les tardifs, on trouve dans ce cas :

	q. m.
Semis précoce	33 4
Semis tardif	29 6

La différence est donc de près de 4 quintaux métriques ou de 5 hectolitres, ce qui est considérable.

On conçoit que les semis hâtifs soient avantageux, les graines sont confiées au sol à un moment où la terre est encore échauffée par les chaleurs de l'été, où la température moyenne restée assez élevée est favorable à la germination. En outre, quand arrivent les grandes pluies d'hiver, les jeunes racines ont déjà pris un certain développement et elles retiennent les nitrates qui seraient entraînées s'ils ne rencontraient pas sur leur passage de jeunes organes capables de s'en emparer[1].

Successions des récoltes. — En 1898, le blé après betteraves est bien supérieur à celui qui succède aux pommes de terre ; d'un côté, tous les rendements dépassent 30 quintaux métriques ; de l'autre, tous sont au-dessous de ce chiffre; si on fait une moyenne, on trouve :

Rendements en quintaux métriques de blé en 1898.

Après betteraves	34 1
Après pommes de terre	28 5

L'an dernier, il n'en avait pas été ainsi, on avait trouvé que la récolte après pommes de terre surpassait celle qui avait été obtenue après betteraves, et on conçoit que l'une des successions soit plus avantageuse que l'autre, suivant les conditions saisonnières.

Les pommes de terre sont enlevées plus vite que les betteraves et on a tout le temps nécessaire pour bien préparer la terre et pour semer ; si donc l'arrière-saison n'est pas pluvieuse, il y a toutes chances pour que la récolte soit bonne après pommes de terre ; il faut bien reconnaître cependant que les fanes, laissées après elles par les cultures de pommes de terre, sont bien loin d'avoir la valeur fertilisante des feuilles de betteraves ; il faut se rappeler en outre, que les betteraves, restant en pleine végétation

1. Voyez *Ann. agron.*, t. XX, p. 461.

pendant tout le mois de septembre et une partie d'octobre, rejettent dans l'atmosphère une grande partie de l'eau tombée; les eaux d'infiltration d'un champ de betteraves entraînant les nitrates, sont par suite moins abondantes et moins chargées que celles qui s'écoulent d'un champ dont les pommes de terre sont déjà récoltées ou ne portent plus que des organes foliacés flétris.

En 1896, un hectare de pommes de terre a perdu à Grignon, 27 kil. 68 d'azote nitrique, correspondant à environ 170 kilos de nitrate de soude, tandis qu'on n'a recueilli au-dessous d'un hectare de betteraves que 1 kil. 17 d'azote nitrique, correspondant à 6 kilos de nitrate de soude. L'arrière-saison de 1897 a été très humide et on conçoit que les terres en pommes de terre aient, comme l'année précédente, perdu plus que les terres en betteraves; la supériorité des récoltes obtenues après betteraves serait donc due : d'une part, à la fumure supplémentaire apportée par les feuilles de betteraves et, d'autre part, au maintien, dans le sol en betteraves, des nitrates que les eaux d'infiltration ont entraînés des terres en pommes de terre.

Je ne crois pas, toutefois, qu'on puisse rien dire de général sur ce sujet, ni qu'on soit en mesure d'affirmer qu'on ait chance d'obtenir une meilleure récolte en semant le blé après betteraves, plutôt qu'après pommes de terre.

Influence des variétés. — La comparaison qu'on peut déduire du tableau I, n'est pas absolument rigoureuse, à cause de la verse des deux parcelles de Scholley après pommes de terre, ce qui empêche de les faire entrer dans les moyennes. Comme les rendements après pommes de terre sont plus faibles que ceux obtenus après betteraves, le blé Scholley se trouve avantagé, puisqu'on établit les calculs sur trois nombres au lieu de quatre, et que sur ces trois, deux sont très forts.

Quoiqu'il en soit, nous obtenons les moyennes suivantes :

	q m.
Scholley	34 1
Daltel	29 9
Bordier	28 8

Le blé Scholley se place donc nettement au premier rang; la saison humide, pluvieuse, retardant la maturation, convient particulièrement bien à ces variétés septentrionales.

Fumures. — Tous nos blés avaient été semés sur betteraves ou pommes de terre fortement fumées; on a cherché, en outre, si une addition de 200 kilos de nitrate de soude au printemps, exercerait une influence favorable. Pour bien saisir l'action de cet engrais, nous réunissons en une moyenne, sans tenir compte des variétés ni de la succession des récoltes, d'une part, les rendements des parcelles sans nitrates; d'autre part, ceux des parcelles qui en ont reçu.

Rendements des parcelles de blé par hectare :

Rendements des parcelles de blé par hectare.

	q. m.
Avec nitrate	41 6
Sans nitrate	30 7

La différence, comme on le voit, n'est pas très forte; il est clair que la saison ayant été très humide, la nitrification des matières azotées du sol est devenue assez forte pour enlever presque toute utilité à l'addition des nitrates; nouvelle preuve que si on irriguait, on pourrait considérablement diminuer la dépense d'engrais azotés.

§ II. — Blé après trèfle.

Dans l'assolement quadriennal, le blé vient en quatrième année; après trèfle et bien qu'aujourd'hui dans le nord de la France, on pratique plutôt l'assolement biennal et que le blé arrive souvent après betteraves destinées soit aux sucreries, soit aux distilleries, soit directement au bétail, il arrive encore que l'on pratique la rotation : betteraves, avoine, trèfle et froment; nous avons donc ensemencé dix parcelles après trèfle. Deux d'entre elles ont porté un blé très analogue au blé de Noé, qu'on nous avait prié d'essayer; déjà, les années précédentes, il avait mal réussi à Grignon; un nouvel essai lui ayant été encore défavorable, nous l'abandonnons définitivement.

Quatre parcelles ont été ensemencées en une variété nouvelle, le *Japhet*, semé pour la première fois à l'automne 1896; quatre autres, en *épi carré Porion*, que nous cultivons à Grignon depuis plusieurs années. La question à résoudre était la suivante :

Quand le blé croît sur du trèfle, peut-il, quoiqu'il soit bien éloigné de la fumure, donner une bonne récolte sans être soutenu par aucun apport d'engrais? ou bien convient-il de le fumer et

quelle fumure a le plus de chances de réussite : nitrate, nitrate et fumier, ou fumier seulement?

On verra dans le tableau n° II que sans aucun engrais le Japhet ou le Porion ont donné 31.9 de grain par hectare, récolte passable montrant, comme on le sait depuis longtemps, qu'une légumineuse est une bonne préparation à la culture du blé; on remarquera, en outre, que l'addition du nitrate de soude n'a présenté aucune efficacité, car avec le Japhet on a 31 quintaux métriques, comme sans engrais, et pour le Porion, 27, c'est-à-dire moins que sur la parcelle sans engrais.

Nous avons vu déjà qu'après betteraves ou pommes de terre, sur terres bien fumées, l'addition du nitrate n'a présenté en 1898 aucun avantage. La fumure mixte, fumier-nitrate, a montré au contraire une efficacité remarquable, elle a fait monter le Japhet à 37 q. m. 5 ; et le Porion à 33 q. m. 5 ; enfin, en donnant une bonne demi-fumure de 20,000 kilos de fumier par hectare, on a obtenu 38 quintaux métriques avec le Japhet et 35 avec le Porion.

Il faut bien dire que les conditions climatériques ont été très favorables aux fumures de fumier de ferme et très peu au nitrate; il est clair que dans un sol très humide, le nitrate peut être rapidement entraîné hors de la portée des racines, tandis que le fumier, nitrifiant lentement son ammoniaque, est à l'abri de ces grandes déperditions. Si une certaine quantité de nitrate est perdue, il s'en reforme bientôt une nouvelle portion.

Comparaison des variétés. — Le blé Japhet a donné cette année une très bonne récolte s'élevant à 34 q. m. 3, supérieure à celle du blé Porion qui est seulement de 31 q. m. 5. Il est vrai que le poids de paille est un peu plus fort pour le Porion, puisqu'il s'élève à 64 quintaux métriques, tandis que le Japhet n'en donne que 59 ; mais cette petite différence ne suffit pas à masquer la supériorité du Japhet.

Si nous comparons entre eux les rendements inscrits aux tableaux I et II, nous voyons que les variétés se rangent dans l'ordre suivant :

Blé Japhet.	34 3
Epi carré Scholley, ...	34 1
Epi carré Porion	31 5
Daltel.	29 9
Bordier.	28 8

TABLEAU N° II. — Culture du blé au champ d'expériences de Grignon en 1898 (Rendements à l'hectare).

Influence des fumures sur les rendements.

NUMÉROS DES PARCELLES	VARIÉTÉS CULTIVÉES	CULTURE ET FUMURE EN 1897	FUMURE EN 1898	POIDS DU GRAIN en quintaux métriques.	POIDS DE LA PAILLE en quintaux métriques.	VALEUR DE LA RÉCOLTE de grain à 25 fr. le quint. métr.	VALEUR DE LA RÉCOLTE de paille à 50 fr. la tonne.	VALEUR DE LA RÉCOLTE
						fr. c.	fr.	fr. c.
71	Blé du comte Hermand.	Trèfle. Sans engrais.	Sans engrais	22 »	42	462 »	210 »	672 »
72	—	—	200 kil. nitrate de soude.	22 »	51	462 »	255 »	717 »
73	Japhet	—	200 kil. nitrate de soude	31 »	58	651 »	290 »	941 »
74	—	—	10,000 k. fumier. 100 k. nitrate de soude.	37 5	66	787 50	330 »	1.117 50
75	—	—	20,000 kil. fumier	38 0	62	798 »	310 »	1.108 »
76	—	—	Sans engrais.	31 0	52	651 »	260 »	911 »
77	Porion	—	200 kil. nitrate de soude	27 0	60	567 »	300 »	867 »
78	—	—	10,000 k. fumier. 100 k. nitrate de soude.	33 5	66	703 50	330 »	1.033 50
79	—	—	20,000 kil. fumier	35 0	67	735 »	335 »	1.070 »
80	—	—	Sans fumier.	31 0	64	651 »	320 »	971 »

Ainsi la nouvelle variété Japhet se place au premier rang, elle mérite donc d'être suivie de très près, afin de voir si elle gardera à côté de l'épi carré Scholley la place qu'occupe, au champ d'expériences, cette excellente variété, qui n'y a été dépassée que par le blé barbu d'Australie, qui nous a été donné par M. Desprez.

Si on parcourt les dernières colonnes des tableaux I et II, on voit quelle est la valeur en argent des récoltes obtenues à Grignon en 1898; elle atteint une fois 1,200 francs de produit brut, avec du Scholley après betteraves, quatre fois 1,100 francs, avec du Scholley, du Bordier et du Japhet, et neuf fois 1,000 francs; en défalquant les deux parcelles sans engrais qui donnent l'une, 480 francs, l'autre 507, la valeur moyenne de la récolte s'élève à 941 francs.

Elle est bien supérieure comme argent à celle de 1897, bien que nous ayons compté cette année le grain à 21 francs le quintal, tandis que l'an dernier, son prix atteignit 27 francs.

§ III. — Culture de l'avoine.

Nous cherchons, depuis plusieurs années, quelle est celle des trois variétés qui nous a paru la plus avantageuse, qui mérite la préférence; si on se reporte aux résultats constatés les années précédentes, on voit qu'ils nous laissaient dans l'incertitude.

Cette année les différences s'accusent; en effet, si nous faisons la moyenne des rendements en grains et en paille des trois variétés, nous obtenons les résultats suivants :

Rendements, par hectare, en grain et en paille, des trois variétés d'avoine en 1898.

	Grain.	Paille.
Houdan	32 8	72 3
Salines	36 1	84 5
Ligowo	39 2	75 0

Visiblement l'avoine de Houdan est inférieure aux deux autres, comme rendement en grain et en paille; en outre, cette avoine a versé dès le 25 juin; mais chose curieuse, bien que couchée, elle a mûri son grain, ainsi que le montrent les analyses de MM. Julien et Dupont.

Les conditions particulières de la saison avaient au reste favorisé le développement de l'avoine et la paille avait acquis des dimensions exagérées, on le voit au reste aux poids inscrits au tableau III.

Comme les années précédentes, l'avoine des Salines donne un peu plus de paille et un peu moins de grain que l'avoine de Ligowo ; malgré l'excessif développement de la paille, l'avoine des Salines ne s'est couchée que très tardivement, un peu après l'avoine Ligowo, et la maturation du grain n'en a pas été affectée.

Les produits bruts des récoltes sont partout très forts, ainsi que le montrent les moyennes suivantes :

Produits bruts de la récolte d'avoine en 1898.

	fr. c.
Houdan	917 80
Salines	983 70
Ligowo	970 70

Ces chiffres sont beaucoup plus forts que ceux de 1897, qui avaient donné :

	fr.
Houdan	634 »
Salines	716 »
Ligowo	816 »

L'avoine de Houdan est donc toujours manifestement inférieure ; on ne la maintient dans les cultures qu'à cause de sa couleur qui la fait rechercher sur le marché de Paris.

En terminant le résumé des cultures de 1897 [1], nous constations qu'en prenant la moyenne des produits bruts des six dernières années, l'avoine des Salines présentait sur Ligowo un léger avantage ; il en est encore ainsi en 1898, mais les différences sont minimes. Les cultivateurs qui sèmeront ces deux excellentes variétés auront chance d'obtenir la même somme d'argent; mais en général, cette somme presque égale sera représentée pour Ligowo par plus de grains et moins de paille et, au contraire, pour l'avoine des Salines, par plus de paille et moins de grain.

Nous ne croyons pas devoir insister sur les faibles différences de rendements que présentent nos diverses parcelles; si la meilleure récolte de Houdan est obtenue sur une arrière-fumure

1. *Ann. agron.*, t. XXIV, p. 320.

TABLEAU N° III. — Culture de l'avoine au champ d'expériences de Grignon en 1898.

Tous les nombres sont rapportés à l'hectare.

NUMÉROS DES PARCELLES	VARIÉTÉS CULTIVÉES	CULTURE ET FUMURE EN 1897	FUMURE EN 1898	POIDS DU GRAIN en quintaux métriques.	POIDS DE PAILLE en quintaux métriques.	VALEUR DE LA RÉCOLTE de grain à 16 fr. le quint. métr.	VALEUR DE LA RÉCOLTE de paille à 48 fr. la tonne.	VALEUR DE LA RÉCOLTE
						fr.	fr. c.	fr. c.
14	Avoine de Houdan . .	Betteraves. 50,000 kil. fumier.	Sans engrais. . .	33	76	'528	364 80	892 80
15	—	— 50,000 kil. fumier. 200 kil. nitrate.	—	36 5	73	584	350 40	934 40
16	—	Betteraves. 50,000 kil. fumier. Terre nitrifiante	—	37 5	68	600	326 40	926 40
67	Avoine des Salines . .	Betteraves. 50,000 kil. fumier.	—	36	90	576	432 »	1.008 »
70	—	Betteraves. 50,000 kil. fumier. Terre nitrifiante.	—	35.5	90	568	432 »	1.000 »
66	—	Betteraves. 25,000 kil. fumier. Terre nitrifiante	—	35	80	560	384 »	944 »
31	—	Betteraves. Terre nitrifiante.	—	38	78	608	374 40	982 40
29	Avoine de Ligowo . .	— 50,000 kil. fumier. Terre nitrifiante	--	36	82	576	393 60	969 60
30	—	Betteraves. 50,000 kil. fumier. 200 kil. nitrate.	—	38	75	608	360 »	968 »
32	—	Betteraves. 200 kil. nitrate	—	42 5	68 5	680	329 80	1.009 80
69	—	— 25,000 kil. fumier. 200 kil. nitrate.	—	40 5	74 5	648	287 60	935 60

qui comportait, outre une forte dose de fumier de ferme, de la terre nitrifiante, les deux plus faibles des Salines ont été recueillies sur des parcelles qui avaient eu cette même terre nitrifiante avec des doses notables, mais inégales de fumier, et celle de 31 qui est la plus forte avait eu de la terre nitrifiante seulement; enfin la plus faible récolte de Ligowo a été portée par une parcelle qui avait reçu de la terre nitrifiante au printemps de 1897.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA VERSE DES CÉRÉALES

PAR

M. JULIEN

Maître de conférences de pathologie végétale à l'école de Grignon

ET

M. DUPONT

Chimiste de la station agronomique de Grignon.

Pendant l'été dernier, deux parcelles de blé à épi carré, ensemencées de bonne heure, versèrent le 25 juin, à la suite de pluies et de vents violents; deux autres de la même variété, semées à la même époque que les premières, résistèrent. A quelles causes attribuer les différences constatées sur ces parcelles qui semblaient devoir se comporter de même ?

Notre savant maître, M. Dehérain, nous ayant prié de les les rechercher et de déterminer en outre par des pesées et des analyses comparatives l'influence qu'exerce la verse sur les rendements et la composition des grains récoltés, nous avons consacré à ce travail une partie du dernier été et nous réunissons ici l'ensemble de nos observations.

§ 1er. — Causes probables de la verse du blé des parcelles 49 et 50 du champ d'expériences.

Nous n'avons pas à revenir sur les anciennes opinions qui attribuaient à l'abondance plus ou moins grande de la silice dans les pailles une influence décisive sur la verse; les recherches

d'Isidore Pierre (1862) et celles de M. Velter, exécutées à Grignon même, en 1867, ont montré sur quelles illusions repose cette manière de voir. Nous ne pouvons pas davantage nous arrêter aux intéressantes expériences exécutées récemment par M. Dassonville sur l'action des sels de potasse, qui d'après cet auteur favoriseraient la verse, puisque nos parcelles sont composées de la même terre et que depuis longtemps à Grignon, on a renoncé à l'emploi des engrais de potasse.

Au moment où l'accident s'est produit, le blé des parcelles était également vigoureux ; ce n'est donc ni au mode d'alimentation, ni à la puissance de végétation de nos plantes qu'il faut attribuer la verse. Mais, d'autre part, le printemps, comme on l'a vu plus haut, a été très pluvieux ; or, on conçoit que des pluies prolongées, surchargeant l'appareil foliacé, mettent la plante dans un état d'équilibre instable, et que le vent soufflant plus violemment dans une partie du champ que dans l'autre ait couché le blé de deux parcelles et non celui de deux autres.

Mais ce sont là de simples hypothèses. L'excessive humidité du printemps a certainement, en outre, favorisé le développement des maladies cryptogamiques ; on a, en effet, beaucoup parlé de la maladie du pied du blé, ou *piétin*, de l'*oïdium*, qui attaque surtout les feuilles inférieures, et il convenait de chercher quelle influence avait exercé sur la verse des deux parcelles, le développement de ces parasites.

Il est bien à remarquer, en outre, qu'une maladie, qui au premier abord ne paraissait pas liée à la verse, avait sévi sur le blé ; on constatait de côté et d'autre des tiges blanchâtres de blé *échaudé*, c'est-à-dire de pieds qui, mal nourris, mal abreuvés, avaient séché sans mûrir leurs épis.

Le premier cas de verse ayant eu lieu le 25 juin, c'est-à-dire peu de temps après la floraison qui, en raison même des pluies, a été tardive et irrégulière, il nous a été relativement facile de déterminer le tant pour cent des épis échaudés par mètre carré dans la céréale versée et dans celle qui était restée debout et nous avons reconnu que l'échaudage était plus fréquent sur les places versées que sur celles où le blé avait résisté, puisque nous trouvions au moment de la verse 15 p. 100 d'épis échaudés dans le premier cas, tandis qu'il n'y en avait que 1 p. 100 dans le second. On pouvait donc déjà augurer de l'influence néfaste des maladies,

provoquant, plus ou moins, la verse ; mais comme, dans le décompte total des épis échaudés par mètre carré, nous avons toujours trouvé un nombre de plants plus grand sur les parties versées que sur celles qui étaient restées debout, il fallait voir si cette différence était suffisante pour modifier, d'une façon sensible, l'éclairage et l'aération des tiges, au point de réduire notablement leur système fibro-vasculaire. Aussi, nous avons fait des coupes des tiges versées, ou non versées, au niveau du dernier entre-nœud inférieur, assez minces pour être bien observées au microscope, et nous avons vu dès le 1er juillet, c'est-à-dire cinq jours seulement après la verse, que la structure des tiges était sensiblement la même dans l'un et l'autre cas.

Ce qui, au contraire, nous a frappé dans l'examen de ces coupes transversales de tiges, c'est la façon dont certains parasites pénètrent les tissus pour aller corroder plus ou moins profondément les cellules de diverses régions.

Les parasites qui ont apparu sur nos blés de Grignon sont l'*oïdium* et le *piétin*.

Dès le 15 mai, de nombreux pieds de blé étaient atteints d'oïdium, maladie causée par un champignon parasite, l'*Erysiphe graminis*, qui vivait essentiellement à la surface des organes verts et se trouvait particulièrement répandu sur la gaine des feuilles tout à fait inférieures, qui étaient alors recouvertes d'une moisissure grise. Comme ces gaines foliaires, qui emboîtent la tige sur une étendue assez importante, se sont meurtries de très bonne heure, elles constituaient déjà biologiquement et mécaniquement un point de faible résistance. Mais il nous a paru que la maladie du pied du blé, causée par un autre champignon que les mycologues désignent sous le nom d'*Ophiobolus Graminis*, était encore bien plus funeste.

Déjà, à la simple vue, les entre-nœuds inférieurs des pailles attaquées, quand on les a débarrassés des gaines desséchées et grisâtres qui les couvrent, présentent des plaques brunes plus ou moins étendues, et si l'on sectionne, dans le sens de la longueur, un des entre-nœuds inférieurs, on n'est pas peu surpris de voir le canal médullaire souvent entièrement rempli d'un feutrage grisâtre, formé de filaments très tenus. Si, en outre, nous faisons des coupes transversales d'une grande ténuité, sur un entre-nœud pris, d'une part sur tige saine, et d'autre part sur tige

malade, et que nous traitions ces coupes par l'acide lactique, préalablement coloré par le bleu de coton, nous constatons sans peine l'action néfaste du parasite et la manière dont il se propage à travers les tissus.

Disons d'abord que tant que les filaments de mycelium sont à la surface de la tige, ils se montrent très fortement colorés en brun. Ces filaments, d'abord peu sinueux et cloisonnés transversalement de loin en loin, peuvent se ramifier, tantôt pour donner des rameaux lâches et allongés, tantôt pour constituer par des ramifications nombreuses et serrées, s'entrecroisant et s'anastomosant, des sortes de pelotes cellulaires, d'un brun foncé.

Ce sont ces ramifications allongées qui, à un moment donné, vont pénétrer les cellules de l'épiderme de la tige ; là, les filaments se ramifient au point de combler presque complètement ces cellules, car immédiatement au-dessous de l'épiderme se trouvent cinq à sept assises de cellules à parois très épaissies, constituant une sorte de tissu de soutien. Le mycelium trouve là un obstacle assez sérieux pour sa pénétration dans les parties profondes.

Mais, comme ces cellules à parois épaisses présentent des inégalités d'épaississement, des ponctuations simulant de très petits canaux incomplets, inclus dans les parois cellulaires, les filaments du parasite réussissent à franchir, de cellule à cellule, le tissu de soutien, pour arriver bientôt dans le tissu fondamental, à parois minces, où se trouvent noyés les faisceaux fibro-vasculaires de la plante. Le mycelium, toujours incolore dans l'intérieur des tissus, peut cependant y être suivi, grâce au réactif employé, qui teint tous les filaments en une couleur d'un beau bleu caractéristique. Ces filaments, qui ne font que passer dans le tissu de soutien, deviennent de plus en plus nombreux à mesure qu'on s'approche du canal médullaire, et c'est surtout dans le parenchyme fondamental et dans le liber des faisceaux fibro-vasculaires qu'on les voit perforer et corroder plus ou moins les cellules. D'ailleurs, l'examen microscopique de coupes non soumises au réactif précédent dénotait déjà cette altération par une coloration brun foncé des parois cellulaires.

Ce premier examen ayant été fait au moment où la céréale a versé, il y avait grand intérêt à suivre l'action combinée de la verse et du piétin sur la végétation du blé. C'est ainsi qu'après avoir observé ces tiges, de dix jours en dix jours, nous avons pu

le 11 août, au moment de la moisson, établir les différences de structure que présentent les tiges couchées et celles qui ont résisté. Tout d'abord, le tissu, dit de soutien, n'a pas sensiblement épaissi ses parois cellulaires à partir du moment où le piétin a manifesté sa présence, tandis que, dans la tige saine, la cavité de ces mêmes cellules s'est progressivement amoindrie. Mais un autre point bien autrement important, c'est que les cellules du tissu fondamental et des régions libériennes ont dû mourir très rapidement en présence du mycelium, car les parois mêmes de ces cellules, au lieu de présenter un contour plus ou moins régulier, polygonal ou circulaire, montrent des ondulations et des irrégularités plus ou moins marquées. Les vaisseaux eux-mêmes étant perforés de place en place, on conçoit qu'en présence de cet état particulier des éléments anatomiques, la circulation des liquides nutritifs soit plus ou moins complètement compromise, ce qui entraîne nécessairement une dessiccation plus rapide. C'est, en effet, ce que montrent les chiffres du tableau n° 1.

Il y aurait donc, à notre avis, une relation étroite entre l'échaudage et le piétin. Le champignon pénètre dans les cellules du pied du blé, se nourrit des principes élaborés qui s'y trouvent, et dès lors les phénomènes d'osmose qui exercent une influence décisive sur l'ascension des liquides jusqu'à la partie supérieure de la plante ne se produisent plus et la plante sèche, sans avoir mûri tous ses grains.

En résumé, la cause première de la verse serait l'excessive humidité du printemps, qui a favorisé le développement des cryptogames, et particulièrement du piétin, qui attaque le pied du blé. Cette attaque était déjà sensible au moment où la verse s'est produite, car déjà on comptait bien plus de tiges échaudées sur les parcelles versées que sur celles qui avaient résisté. Le piétin s'empare du contenu des cellules dans lesquelles il envoie son mycelium et ces cellules périssent; elles offrent alors une faible résistance aux intempéries et le vent suffit pour coucher le blé atteint.

Si on nous demande pourquoi le blé a versé sur les parcelles **49** et **50** tandis qu'il a résisté sur **1** et **2**, nous ferons remarquer que les registres de la station montrent que la verse du blé s'est déjà produite à plusieurs reprises sur ces deux parcelles et qu'il n'est pas défendu de croire que les spores de ce champignon

soient plus nombreuses dans le sol des parcelles **49** et **50** que dans celles de **1** et **2** où la verse ne s'est pas encore produite.

Remarquons, en finissant ce paragraphe, que le piétin, ne mûrissant ses semences qu'en hiver, on réussit à s'en débarrasser en brûlant les chaumes déracinés, par les scarificateurs employés à déchaumer après la moisson, et nous attachons à cette dernière observation une grande importance.

Voici, en effet, des parcelles **49** et **50** du champ d'expériences qui sont sujettes à la verse; si, comme nous le supposons, celle-ci est due au développement du *piétin*, il est clair que le sol de ces parcelles est envahi par les germes de cette moisissure, et que si la première fois qu'on placera du blé sur ces parcelles, le printemps est humide, il y a des chances pour que le *piétin* envahisse encore le blé et que celui-ci verse. Si donc le blé a versé une première fois sur une pièce, il aura chance d'y verser aux cultures suivantes, si on ne prend pas la précaution de déchaumer immédiatement après la moisson et de brûler les chaumes sur lesquels se trouve le piétin, car ainsi qu'il vient d'être dit, à l'automne, il n'a pas encore répandu ses spores en dehors. Nous comptons vérifier ces observations, en débarrassant ou non des chaumes contaminés certaines pièces du domaine où le blé a versé, afin de voir si là où les chaumes ont été brûlés, la verse ne se produit plus, tandis qu'elle sévit là où les chaumes sont restés en place pendant tout l'hiver.

§ 2. — Influence de la verse sur l'abondance et la composition du blé.

Prise d'échantillon. — La parcelle sur laquelle furent faits les prélèvements n'était versée qu'en partie; aussi put-on prendre des échantillons sur des endroits voisins, choisis sur la partie versée et non versée aux places où le blé paraissait le plus homogène.

Nous nous sommes toujours servis, pour prendre les tiges développées sur des surfaces égales, d'un cadre carré dont les côtés avaient intérieurement un mètre.

Le cadre était placé à l'endroit choisi; tous les épis compris dans la surface qu'il délimitait étaient coupés près du sol. Notre récolte était soigneusement ramassée et portée au laboratoire. Les épis

y étaient comptés et pesés verts. Ils étaient mis à l'étuve à 100 degrés et, après dessiccation, pesés de nouveau.

A quatre époques différentes nous prélevâmes des échantillons: les prises eurent lieu les 12, 25 et 30 juillet, et le 4 août, époque à laquelle le blé Scholley était arrivé à maturité. Les résultats de ces pesées sont inscrits dans le tableau I.

TABLEAU N° I. — Récolte totale par mètre carré.

DATES des prélèvements.	BLÉ VERSÉ				BLÉ NON VERSÉ			
	Nombres d'épis par mètre carré.	Poids vert.	Poids sec.	Matière sèche p. 100.	Nombres d'épis par mètre carré.	Poids vert.	Poids sec.	Matière sèche p. 100.
		kil. gr.	kil. gr.			kil. gr.	kil. gr.	
12 juillet . . .	412	2 026	0 993	48.9	298	2 548	954	37.4
25 juillet . . .	390	1 240	0 931	75.0	302	1 738	971	55.8
30 juillet . . .	»	1 243	0 965	79.4	»	1 500	990	66.0
11 août	345	1 018	0 830	81.3	310	1 280	1 080	85.0

Poids de la récolte par mètre carré. — La matière sèche totale produite par mètre carré est au 12 juillet pour le blé versé de 993 grammes; elle est pour le blé non versé de 954 grammes. Le premier nombre est le plus grand que nous trouvions comme poids de la récolte sèche produite par le blé versé. Le piétin, en se généralisant sur les tiges couchées, entrava la communication de la tige avec la racine, les feuilles déjà fortement atteintes par la rouille se dessèchèrent rapidement et tombèrent, il se produisit un arrêt dans l'élaboration de la matière végétale, de sorte que jusqu'au 11 août, époque à laquelle on commença la moisson, la quantité totale de matière sèche produite par mètre carré diminua d'une façon sensible sur les parties versées. Là où le blé résista à la verse, la quantité de matière produite ne cessa au contraire d'augmenter jusqu'à la moisson.

L'examen du tableau I montre également que la dessiccation est beaucoup plus rapide pour les tiges versées que pour les tiges droites. Le 25 juillet, ces dernières renferment encore 44.2 p. 100 d'humidité, tandis que celles qui sont couchées n'en

contiennent plus que 20 centièmes. Dans un cas, tous les phénomènes de migration sont encore possibles; ils deviennent difficiles dans l'autre. Au 30 juillet, les tiges versées contiennent 79.44 p. 100 de matière sèche ; elles sont presque arrivées à leur dessiccation normale, alors que les tiges restées droites ne contiennent encore que 66 p. 100 de matière sèche. Au 11 août, la dessiccation de celles-ci est néanmoins plus complète que celle des tiges couchées, qui, au contact du sol humide, ne recevant pas les radiations solaires, ont conservé une certaine quantité d'eau.

Influence de la verse sur la composition de la matière sèche élaborée. Prélèvement des échantillons, méthodes analytiques. —

Trente épis représentant autant que possible un échantillon moyen ont été choisis sur les parties versées et non versées. Le grain de ces épis était séparé de l'épillet et pesé.

Comme d'autre part nous connaissions le nombre d'épis contenus dans 1 mètre carré, il nous était facile de calculer le poids de grain élaboré par cette surface.

A trois reprises, pour le blé, nous avons compté le nombre d'épis se trouvant sur 1 mètre carré ; nous avons adopté pour nos calculs la moyenne des nombres trouvés.

Ces chiffres moyens sont :

Pour le blé versé, 383 épis par mètre carré.

Pour le blé non versé, 303 épis par mètre carré.

Il y avait donc plus de plantes développées là où la verse s'est produite, ce qui implique que les tiges, plus serrées, ont opposé aux radiations solaires plus de résistance dans un cas que dans l'autre, et que, par suite, l'humidité favorable au développement des parasites a dû se maintenir à un taux plus élevé là où le blé s'est couché.

Sur les grains frais, nous avons dosé la matière sèche, les sucres réducteurs, l'amidon et la matière azotée.

La matière sèche a été obtenue par dessiccation à 100 degrés jusqu'à poids constant.

Pour doser les sucres réducteurs, nous avons épuisé par l'eau les grains broyés et titré le sucre dissous par la liqueur de Fehling.

L'amidon, plus les sucres, ont été dosés par la liqueur de Fehling, après saccharification de l'amidon obtenue en chauffant, pendant

sept à huit heures à 100 degrés les grains broyés, dans de l'eau contenant 5 p. 100 d'acide sulfurique.

L'azote a été dosé par la méthode de Kjeldahl.

Les résultats d'analyse sont contenus dans le tableau II.

TABLEAU N° II. — Composition centésimale du blé.

	MATIÈRE sèche p. 100 de grain.	SUCRE RÉDUCTEUR p. 100		AMIDON p. 100		MATIÈRE AZOTÉE p. 100	
		de grain.	de matière sèche.	de grain.	de matière sèche.	de grain.	de matière sèche.
12 juillet. Blé versé . .	42.2	8.0	18.9	21.5	50.9	5.57	13.2
— Non versé. .	36.5	8.3	22.8	19.0	53.7	4.78	13.1
30 juillet. Blé versé . .	83.5	Traces.	»	63.8	74.0	13.9	16.7
— Non versé. .	62.2	4.5	7.2	46.4	74.6	7.0	12.7
11 août. Blé versé. . .	81.7	»	»	66.1	81 »	11.6	14.2
— Non versé . .	85.1	»	»	70.6	83 »	10.1	11 »

Dans le tableau III, nous avons calculé la quantité de principes produits par mètre carré.

Composition des grains. — Le 12 juillet, la teneur en sucres réducteurs dans les grains est considérable, plus forte que celle qu'ont signalée les auteurs qui, avant nous, se sont occupés de déterminer la composition du blé avant maturation. A ce moment, la composition des grains portés sur les tiges droites ou versées est peu différente.

Les différences s'accentuent le 30 juillet; on ne trouve plus de sucres dans les grains du blé versé, tandis qu'il en existe encore 7.2 dans les grains du blé resté droit; au 11 août, les sucres, produits essentiellement transitoires, ont disparu.

Les quantités d'amidon constatées dans 100 parties de matière sèche augmentent régulièrement dans le blé debout et dans le blé versé et ne sont pas très différentes l'une de l'autre.

Il n'en est pas de même pour la matière azotée; celle-ci égale le 12 juillet, dans le blé versé ou dans le grain porté sur les tiges droites, augmente le 30 juillet pour le blé versé, mais, au contraire, diminue légèrement pour le blé qui a résisté; le 11 août, la

diminution est sensible pour les deux échantillons, mais elle est plus forte pour le blé debout que pour le versé.

Le rapport de la matière azotée à l'amidon diminue constamment à mesure des progrès de la maturation; la migration de la matière azotée vers les grains précède celle de l'amidon, de telle sorte que l'influence de la verse est moins sensible pour les composés azotés que pour les hydrates de carbone.

Nous avons ajouté aux dosages inscrits au tableau II celui des cendres pour les échantillons recueillis le 11 août. Nous avons trouvé pour 100 de matière sèche.

Cendres du blé versé	2.14
— — debout	2.04

Quantités de matière sèche, d'amidon et de matières azotées élaborées par mètre carré. Elles sont inscrites au tableau n° III. La comparaison des poids des grains récoltés à la maturité dans les parties du champ où le blé s'est couché, ou, au contraire, dans celles où il a résisté, indique clairement combien est grande la perte qu'occasionne la verse.

Alors que, dans le premier cas, la récolte calculée pour un hectare est de 29 q. m. 5, elle est de 44 dans l'autre.

Les quantités de matière sèche, de sucre, d'amidon, de matières azotées produites aux différentes époques des prélèvements précisent cette indication en même temps qu'elles l'expliquent.

Au 12 juillet, c'est-à-dire dix-sept jours après la verse, la matière sèche du grain produite par mètre carré est, pour le blé non versé de 186 grammes; elle n'est que de 172 grammes pour le blé versé.

Du 12 au 30 juillet, l'augmentation est dans le premier cas considérable, elle s'élève à 149 grammes; elle n'est que de 40 grammes dans le second cas.

Au 30 juillet, le grain était près de la maturité; l'augmentation, de cette date au 11 août, est faible; elle est de 46 grammes pour le blé non versé et de 29 pour le blé versé.

Les différences constatées dans la production de l'amidon sont exactement du même ordre que celles constatées dans la production de la matière sèche, l'accroissement de la quantité d'amidon étant très voisin de l'accroissement de matière sèche.

La matière azotée subit pour le blé versé ou non versé une

augmentation semblable du 12 juillet au 11 août; elle passe pour le premier de 22 gr. 7 à 35 gr. 3 et pour le second de 24 gr. 3 à 37 gr. 7.

Du 30 juillet au 11 août, cette matière azotée cesse de s'accroître pour le blé versé, elle augmente encore d'une manière sensible pour le blé non versé, elle arrive à 45 gr. 2.

On sait depuis longtemps que la maturation consiste essentiellement en un transport des principes élaborés par les feuilles, vers les ovules fécondés. Dans ses nombreux travaux sur le blé et l'avoine, notre savant maître, M. Dehérain, en a donné de fréquents exemples. Nons avons voulu voir si, malgré la verse, l'azote contenu dans la paille avait émigré dans le grain. Les dosages effectués dans ce but nous ont donné les résultats suivants :

Paille versée, Az p. 100 de paille sèche.	0.30
Paille non versée, Az p. 100 de paille sèche. . .	0.38

La paille versée est moins riche en Az que la paille non versée. L'émigration des principes azotés dans le grain s'est fait plus complètement dans la première; la quantité de matière azotée récoltée avec le grain est néanmoins plus faible, l'emmagasinement des matières azotées dans la paille fut donc incomplet.

Si on calcule les quantités de cendres contenues dans les grains sur un mètre carré, on trouve le 11 août :

	gr.
Cendres dans les graines de blé versé	5.16
— — — resté debout. .	8.00

En résumé, nous voyons que, quand le blé verse, la maturation est entravée; les grains qui parviennent à mûrir ne présentent pas une composition très différente, qu'ils soient portés par des tiges droites ou par des versées; ils sont seulement, dans le second cas, un peu plus riches en matières azotées, un peu plus pauvres en amidon, ce qui se conçoit aisément, la migration de la matière azotée précédant l'accumulation de l'amidon; ce n'est donc pas tant sur la composition des grains que sur leur nombre et leur poids que la verse exerce une action funeste. C'est ce que montre nettement le tableau n° III, et ce qui apparaît sur les tableaux du mémoire précédent, où l'on constate combien sont réduits les rendements des parcelles 49 et 50. Dans un blé versé, un grand nombre de grains avortent, et c'est là la cause, mal précisée jusqu'à présent, qui détermine les pertes.

TABLEAU N° III. — Composition de la récolte du grain par mètre carré pour le blé.

DATES des prélèvements.	POIDS DE GRAIN par mètre carré.		MATIÈRE SÈCHE produite par mètre carré.		SUCRE RÉDUCTEUR produit par mètre carré.		AMIDON produit par mètre carré.		MATIÈRE AZOTÉE produite par mètre carré.	
	Versé.	Non versé.	Versé.	Non versé.	Versé.	Non versé.	Versé.	Non versé.	Versé.	Non versé.
	grammes.	grammes.	grammes.	grammes.	grammes.	grammes.	grammes.	grammes.	grammes.	grammes.
12 juillet.	409	509	172	186	32 7	42 2	87 9	99 7	22 7	24 3
30 juillet.	254	539	212	335	»	24 3	162 »	250 »	35 3	37 7
11 août .	295	448	241	381	»	»	195 »	316 »	34 2	45 2

§ III. — Influence de la verse sur le rendement et la composition de l'avoine.

La verse se produisit également sur l'avoine. Deux variétés, l'avoine de Ligowo et l'avoine des Salines, ne versèrent que quelques jours avant la moisson. Ce fut un cas de verse spontanée due au trop grand développement qu'avaient acquis ces variétés, qui mesuraient $1^m,80$ de hauteur.

L'avoine de Houdan, bien que de plus petite taille que les précédentes, versa en partie sur chacune des trois parcelles qu'elle occupait, dès le 25 juin.

Aucun parasite ne fut relevé sur la tige. A première vue, la verse ne sembla pas exercer sur l'avoine des effets aussi néfastes que sur le blé. L'échaudage ne se produisit pas et la maturation des épis versés ne précéda que de peu celle des épis restés droits.

Les résultats observés lors de nos prélèvements et déduits de nos analyses, nous permettront cependant de voir que la verse, bien qu'ayant été un peu moins nuisible que pour le blé, produisit néanmoins une forte diminution dans le rendement; l'influence fut également sensible sur la composition du grain.

Influence de la verse sur la quantité de matière sèche élaborée. — Le prélèvement des échantillons d'avoine s'exécuta de la même façon que pour le blé. Les échantillons furent pris sur une même parcelle de Houdan, en des endroits versés et non versés voisins l'un de l'autre. On compta le nombre d'épis

coupés sur un mètre, et la récolte fut pesée verte puis après dessiccation à 100 degrés.

Les résultats constatés sont réunis dans le tableau IV.

TABLEAU N° IV. — Récolte totale de l'avoine par mètre carré.

DATES des prélèvements.	AVOINE VERSÉE				AVOINE NON VERSÉE			
	Nombre d'épis par mètre carré.	Poids vert.	Poids sec.	Matière sèche p. 100.	Nombre d'épis par mètre carré.	Poids vert.	Poids sec.	Matière sèche p. 100.
		kil. gr.	kil. gr.			kil. gr.	kil. gr.	
25 juillet . . .	506	2 875	1 030	35.9	598	2 520	1 060	42.0
11 août. . . .	494	1 277	0 850	66.1	622	2 355	1 230	52.3

Comme pour le blé, nous constatons pour les tiges versées un arrêt dans la formation des principes élaborés par la plante. La récolte totale diminue du 25 juillet au 11 août, alors que pour l'avoine restée droite, l'augmentation de matière sèche s'accroit sensiblement.

Au 11 août, dans les deux cas, l'avoine contient encore une forte proportion d'eau ; l'avoine versée est néanmoins plus sèche que l'avoine ayant résisté à la verse.

Influence de la verse sur la composition de la matière sèche élaborée. — La préparation de l'échantillon et le mode d'analyse furent les mêmes que pour le blé. Les résultats des analyses sont réunis dans le tableau V. Dans le tableau VI, nous avons calculé la

TABLEAU N° V. — Composition centésimale de l'avoine.

	MATIÈRE sèche p. 100 de grain.	SUCRE RÉDUCTEUR p. 100		AMIDON p. 100		MATIÈRE AZOTÉE p. 100	
		de grain.	de matière sèche.	de grain.	de matière sèche.	de grain.	de matière sèche.
25 juillet :							
Avoine versée.	51.0	7.72	15.1	26.4	51.7	»	»
— non versée . .	49.8	9.44	18.9	23.7	47.5	»	»
Avoine versée.	81.0	»	»	61.0	75.3	9.2	11.4
— non versée . .	79.0	»	»	61.0	77.2	8.2	10.4

TABLEAU N° VI. — Composition de la récolte du grain d'avoine de Houdan par mètre carré.

DATES des prélèvements.	POIDS DE GRAIN produit par mètre carré.		MATIÈRE SÈCHE produite par mètre carré.		SUCRE RÉDUCTEUR produit par mètre carré.		AMIDON produit par mètre carré.		MATIÈRE AZOTÉE produite par mètre carré.	
	Versé.	Non versé.	Versé.	Non versé.	Versé.	Non versé.	Versé.	Non versé.	Versé.	Non versé.
	grammes.	grammes.	grammes.	grammes.	grammes.	grammes.	grammes.	grammes.	grammes.	grammes.
25 juillet.	370	400	188	199	28 6	39 7	98 »	94 8	»	»
11 août. .	310	433	251	342	»	»	189 »	264 »	28 5	35 5

quantité de principes élaborés par mètre carré.

En comparant la composition du grain versé à celle du grain provenant d'épis sains, nous voyons pour le premier, ici encore :

Une dessiccation plus forte,

Une disparition des sucres réducteurs plus rapide,

Un taux plus faible en amidon,

Une plus grande richesse en matière azotée.

Les différences, plus faibles que celles constatées pour le blé, indiquent que l'avoine a moins souffert que celui-ci de la verse.

Influence de la verse sur la quantité de matériaux élaborés par mètre carré. — Les différences entre les quantités de matière sèche produites par mètre carré, dans les deux cas, sont peu sensibles au 25 juillet, elles s'accentuent au 11 août. A cette date elles sont pour l'avoine, non versée, de 342 grammes; pour l'autre, de 251 grammes. La diminution de rendement produite par la verse est de 26.6 p. 100.

On pourrait être étonné qu'à une époque aussi tardive, l'avoine restée droite ait pu élaborer une aussi grande quantité de matière sèche et que le poids de grain par mètre carré ait passé, du 25 juillet au 11 août, de 199 grammes à 342; mais il faut bien se rappeler que le printemps et l'été de 1898 ont été très humides, que l'avoine a continué très tard son élaboration, et qu'au moment de la prise d'échantillons, le 11 août, elle renfermait encore 47.7 p. 100 d'humidité.

Dans les très nombreuses observations sur le développement de l'avoine[1], MM. Dehérain et Nantier ont constaté souvent

1. *Ann. agron.*, t. III, p. 481; t. V, p. 144; t, VII, p. 208; t. VIII, p. 380.

qu'une récolte tardive entraînait de notables diminutions de rendement; il n'en a pas été ainsi cette année : l'élaboration de la matière végétale a continué avec une extrême énergie, puisqu'elle a crû de près de 2,000 kilos de matière sèche par hectare du 25 juillet au 11 août.

Cette activité s'est traduite par l'augmentation de la récolte de grain, qui passe, nous le répétons, de 199 grammes par mètre pour l'avoine normale à 342; l'accroissement est bien moindre pour l'avoine versée. Le poids du grain ne passe que de 188 grammes à 251.

En résumé, nous trouvons que la verse exerce sur l'avoine et sur le blé des actions semblables, elle ne change guère la composition des grains récoltés, mais elle diminue considérablement leur nombre et leur poids, par suite elle détermine une diminution notable des rendements.

Nous ne terminerons pas notre travail sans prier notre excellent maître M. Dehérain d'agréer nos plus respectueux remerciements pour les excellents conseils qu'il n'a cessé de nous prodiguer pendant toute la durée des recherches.

LA CULTURE DU LIN EN EUROPE ET EN AMÉRIQUE

D'APRÈS UN RAPPORT DE SIR CHARLES RICHARD DODGE[1]

PAR

M. EDMOND PHILIPPAR
Ancien élève de l'Ecole de Grignon.

Sir Charles Richard Dodge avait été chargé, en 1889, d'une mission ayant pour but d'étudier la culture du lin en Europe, au double point de vue de la production textile et de la production grainière. Son rapport, imprimé à cette époque, était épuisé; mais des expériences faites en 1891 et plus récemment encore en 1895 sur la côte du Pacifique, ayant donné d'excellents résultats, on s'est rendu compte en Amérique de l'intérêt que cette culture pouvait présenter au point de vue national. Aussi, dans le

1. A Report on flax culture for seed and fiber in Europe and America, par Sir Charles Richard Dodge. Publié par le *U. S. A. Department of Agriculture*. (Washington, 1898.)

but de venir en aide aux cultivateurs, le département de l'agriculture des États-Unis a-t-il jugé opportun, étant donnée la situation économique actuelle, de publier un résumé de ce rapport paru en 1889 en y joignant les documents récents de quelque intérêt pour l'agriculteur.

La première partie du rapport est consacrée à l'étude de la culture du lin en Europe. Après avoir rappelé les caractères botaniques et les variétés du lin, l'auteur étudie d'abord la culture belge. C'est la Belgique, dit-il, qui produit le plus beau lin d'Europe. C'est aux eaux de la « Lys dorée » que le lin de Courtrai doit sa belle couleur blonde. Le lin bleu du Brabant, au contraire, acquiert la sienne par le rouissage à l'eau stagnante. Trois facteurs interviennent dans la culture du lin. Ce sont : la préparation du sol et la rotation des cultures; l'emploi des semences améliorées; le perfectionnement du traitement des tiges. Il étudie chacun de ces points et décrit les trois systèmes de rouissage employés en Belgique : à la rosée, à l'eau courante et à l'eau stagnante. Il examine ensuite les prix de la main-d'œuvre et remarque que ces prix pourront rendre la concurrence difficile au Nouveau-Monde. Il décrit ensuite un système de rouissage particulier, le système van Mullen Deswarte, dans lequel l'opération s'effectue dans un réservoir spécial, de manière à éviter la contamination des rivières. La citerne est divisée en deux parties, séparées par un plancher à claires-voies; le lin est placé dans le compartiment supérieur ; l'eau arrivant par le compartiment inférieur, vient baigner le lin ; elle se charge des principes végétaux qu'elle dissout, et, devenue plus dense, elle s'écoule peu à peu vers le fond, d'où elle est évacuée, tandis que de l'eau fraîche, plus légère, monte la remplacer. Les avantages de ce système sont les suivants : absence de risques, économie de travail, faible consommation d'eau, maximum de son utilisation, non-contamination des rivières, possibilité pour les cultivateurs de rouir eux-mêmes leur récolte, applicabilité du système à toute espèce de fibre.

L'auteur passe ensuite à la culture française, limitée suivant lui aux départements du Nord, du Pas-de-Palais et à la région voisine. Il ne mentionne pas la région de l'Ouest, Sarthe, Mayenne et Bretagne. Il constate que cette culture a subi une diminution considérable depuis vingt ou trente ans. Elle a même disparu dans

beaucoup d'endroits. Seuls, dit-il, les environs de Lille lui sont restés fidèles. Cette circonstance est probablement due à la présence de la Lys, qui permet d'obtenir des filasses de qualité supérieure, celles qui sont rouies dans d'autres eaux devenant trop sombres. L'auteur insiste sur l'action des engrais ; il mentionne leur emploi très abondant, notamment celui des tourteaux.

La culture du lin en Hollande est très brièvement examinée ; elle est en effet analogue, à peu de chose près, à la culture belge. Elle est faite en vue de la double production de la fibre et de la semence. Le rouissage se fait généralement à la ferme même, dans l'eau stagnante, en recouvrant la filasse de boue. Il en résulte nécessairement un produit d'une coloration très foncée.

La culture irlandaise produit un lin qui jouit d'une grande réputation, et cependant les procédés de culture sont très rudimentaires. Le « lin irlandais » constitue une marque de commerce, et beaucoup de lin exporté de France et de Belgique prend cette dénomination dans les manufactures anglaises. Cette culture est en décadence depuis plusieurs années. D'après sir Henri Wallace, elle aurait suivi l'échelle suivante :

1869	229.178	acres (de 4,046 mètres carrés).
1888	113.586	—
1891	75.000	—

Cette diminution considérable est due à deux causes : la baisse des prix et l'infertilité du sol. La baisse des prix a été la suivante :

1869.	$16\frac{3}{4}$	cents par pound.
1887.	$10\frac{2}{7}$	—

D'autre part, le sol est si peu fertile qu'on ne peut obtenir deux récoltes successives qu'en les espaçant de sept à douze ans.

C'est la Russie qui tient la tête des pays producteurs de lin. En 1891, les consuls américains de Russie ont fait sur ce sujet des rapports dans lesquels ils constataient l'existence de deux sortes de culture : l'une dans les terres noires pour la production de la graine ; l'autre dans les terres ordinaires pour l'obtention de la fibre. La qualité influe d'ailleurs considérablement sur le prix. Le tableau suivant met en évidence l'énormité de la production russe.

Pays.	Années.	Acres.	Tonnes (1,016 k. 04).
—	—	—	—
Allemagne	1883	267.534	49.753
Autriche	1885	210.834	47.209
France	1884	110.035	38.101
Irlande	1885	107.940	23.366
Belgique	1884	99.014	22.134
Italie	1883	169.287	21.306
Hollande	1884	26.082	6.001
Hongrie	1885	27.089	4.501
Suisse	1884	27.664	2.851
Danemark	1881	4.754	613
Angleterre	1885	2.487	519
Grèce	1875	958	133
Roumanie, Serbie, Bulgarie, Turquie, Portugal, environ			4.500
Totaux approximatifs		1.053.678	225.000
Russie		2.171.490	330.000

Mais la qualité de ce lin n'est pas aussi bonne que celle des autres lins européens. Cette infériorité provient du mode de rouissage généralement employé, le rouissage à la rosée, qui est défectueux. Ce système ayant été très employé aux Etats-Unis, les lins américains étaient surtout en concurrence avec les lins russes. Des essais ont été faits en Russie pour améliorer les procédés, mais le manque d'eau convenable a entravé ces efforts. L'auteur examine avec soin les procédés russes, car il croit que si les lins américains étaient soigneusement traités, ils égaleraient facilement ceux de Russie.

Après cet examen de l'Europe, l'auteur passe à celui des Etats-Unis. C'est vers 1890 que le premier rapport sur ce sujet fut publié par le département de l'Agriculture, et l'idée de reprendre la culture du lin en Amérique ne fut pas très bien accueillie. La presse agricole objectait que la nature du sol et le climat n'étaient pas favorables. Ces arguments furent réfutés, et la récole de 1891 vint démontrer combien cette culture pouvait prendre d'extension. D'ailleurs il y a cinquante ans, cette culture existait, et elle existe encore actuellement en Virginie. Il ne devait donc pas être impossible de la restaurer et d'en faire la base d'une nouvelle industrie, conçue d'après les principes modernes. Dans les deux années qui suivirent, un grand pas fut fait. Le département de l'Agriculture fit venir d'Europe et distribua aux stations d'essai des semences des trois variétés suivantes : Riga pur de Russie, Hollandais à fleur

blanche, lin belge, avec un questionnaire sur les résultats obtenus. Quarante stations retournèrent le questionnaire, où étaient prévus le choix de la variété, la préparation et la nature du sol, etc, etc. Les résultats ont été bons en général, et les quelques échecs constatés s'expliquent par un semis tardif, des sécheresses, ou une végétation parasite. Aussi, de l'ensemble des expériences a-t-on pu tirer un certain nombre de conclusions sur les circonstances favorables à la culture du lin aux Etats-Unis. L'auteur résume ces résultats, destinés à guider les cultivateurs dans leurs essais, puis examine ensuite, d'une façon générale, les besoins de l'industrie et la façon dont la culture devrait être faite. Il conclut à la nécessité de la division du travail, enlevant au fermier toute opération industrielle et ne lui laissant que le risque du croît.

Il serait également nécessaire, pour la prospérité de l'industrie, que les fermiers fussent à même de reconnaître les différentes qualités de lin et d'apprécier la valeur du lin « bien venu ». Pour arriver à ce résultat, il serait bon que quelques véritables « leçons de choses » leur fussent faites au cours desquelles ils seraient à même de voir et de manipuler des échantillons réussis. C'est d'ailleurs ce qui a été tenté, en 1892, avec un certain succès.

Il semble aussi, dit avec grande justesse sir Charles Dodge, que les renseignements recueillis en Europe ne doivent pas être considérés comme des articles de foi, mais simplement des points de repère destinés à guider les agriculteurs dans la formation d'une pratique conforme aux conditions économiques et à l'esprit national. Dans cette recherche, les stations d'essai devront jouer un rôle prépondérant, et leur concours apparaît comme indispensable.

Après avoir cité un rapport de M. Thornton, sur d'autres expériences faites en 1895, sir Charles Richard Dodge termine par un examen de l'état actuel de cette culture aux Etats-Unis. Elle n'existe pour ainsi dire pas. Elle a pour elle les conditions de température, qui sont favorables, quoi qu'on en ait dit ; la fertilité du sol, la perfection de l'outillage, l'intelligence et l'initiative des cultivateurs, la possibilité d'obtenir de beaux produits, la possession d'un vaste marché national et l'espoir de l'exportation. D'autre part, elle a contre elle l'ignorance de certains cultivateurs, la trop grande confiance dans la fertilité du sol, l'aléa de toute culture nouvelle, le manque de certaines machines, la timidité

des capitalistes due en partie au resserrement du crédit, en partie à la défiance, et surtout à l'ignorance des facteurs nécessaires pour mettre en marche l'industrie, qui doit être le résultat d'une coopération entre le cultivateur et le filateur. Il est assez piquant de voir un Américain se plaindre de la timidité des capitalistes, et cependant l'auteur revient encore sur ce sujet dans un autre paragraphe intitulé : « La coopération du capital est essentielle. » Le fermier, dit-il, ne peut produire de lin sans savoir s'il le vendra; le filateur ne peut faire de marchés avant de savoir ce que sera le produit. C'est donc par de petites associations locales entre le producteur et l'industriel que la nouvelle industrie pourra naître et se développer. Le gouvernement, dit sir Dodge, ne peut qu'indiquer la voie ; c'est aux intéressés à coopérer pour « mettre sur ses pieds » la culture du lin. Elle s'est étendue dans le monde entier, mais c'est toujours l'Europe qui tient la tête. Ses exportations diminuent, dit sir Dodge, nous devons donc la remplacer.

Le rapport de sir Charles Dodge envisage deux ordres de faits : des faits agricoles et des faits économiques. Au point de vue agricole, les expériences qu'il expose semblent avoir été bien conduites; le système des questionnaires et celui des essais semblent bien compris. On peut donc conclure avec lui à la possibilité de la création d'une culture du lin. Maintenant, est-elle opportune au point de vue économique? Il est très possible que les Américains arrivent facilement à alimenter leur marché intérieur; mais au point de vue de l'exportation, ils ont certains désavantages. D'abord, en matière commerciale, la « marque », ne s'improvise pas, et l'Europe a vis-à-vis de l'Amérique cette supériorité. De plus, si la production européenne diminue, c'est que les débouchés diminuent. Les causes en sont succinctement, mais très nettement indiquées dans la Statistique agricole de 1892 (p. 173). Les étoffes de coton ont remplacé presque partout celles de chanvre et de fil, et la navigation à vapeur a diminué d'une façon considérable l'usage des voiles. D'ailleurs, l'emploi des câbles métalliques tend à remplacer celui des câbles végétaux là où l'on s'en sert encore. Aussi ne semble-t-il pas que la situation économique générale soit très favorable à l'entreprise projetée : ce qui semble, d'ailleurs, le prouver, c'est l'hésitation des capitalistes, qui, sollicités depuis une dizaine d'années d'apporter leur concours à cette œuvre, restent peu enthousiastes.

Il est possible, néanmoins, que l'entreprise réussisse, étant données les circonstances spéciales aux États-Unis, et en tout cas, c'est une idée bien américaine que celle de cette création subite d'une culture et d'une industrie nouvelles, sur tout un territoire. Les moyens employés sont bons, le succès couronnera-t-il l'entreprise ?

Si l'on examine maintenant ce qui se passe en France, on voit que la culture des textiles a constamment diminué. Voici, en effet, les chiffres que donne la Statistique de 1892, pour la culture du lin (p. 173).

	hectares.
1840	98.241
1852	80.336
1862	105.455
1882	44.148
1892	25.338

Etant donné que l'augmentation de 1862 est due à la guerre de sécession qui avait arrêté les exportations de coton des États-Unis, on voit que le mouvement de décroissance a été continu et rapide. C'est pour remédier à cet état de choses que le Parlement a décidé, en 1892, d'accorder des primes à cette culture. Quels ont été les résultats obtenus par cette mesure ? Le tableau suivant permet de s'en rendre compte.

Années.	Surfaces cultivées.	Surfaces primées.
—	—	—
	hect. c.	hect. c.
1892	70.790 29	19.177 0012
1893	71.076 98	27.260 5570
1894	73.548 »	33.667 7221
1895	71.273 »	35.543 9087
1896	61.745 »	33.470 3625

On constate, de 1892 à 1894, une augmentation, mais qui n'est que passagère, et en comparant le dernier chiffre au chiffre initial on constate, malgré les primes, une baisse des surfaces cultivées. Il est probable qu'après deux ou trois ans d'essai, les cultivateurs ont reconnu que la prime ne suffisait pas à rendre cette culture rémunératrice, et l'ont abandonnée. Il est, d'ailleurs, impossible d'arrêter par des lois les faits économiques. On comprend que pour certaines cultures, qui sont d'un intérêt vital pour la nation, on puisse chercher à encourager les producteurs et les aider à lutter contre des conditions défavorables, mais ce n'est pas le cas

pour le lin. Si on peut admettre qu'il est nécessaire qu'une nation produise elle-même les céréales nécessaires pour sa nourriture, en cas de guerre, il n'est nullement utile qu'elle produise elle-même ses étoffes et ses cordes. Et quand elle n'y a pas intérêt, il est impossible de l'y forcer : c'est ce que semblent démontrer les faits. Les primes que l'on a accordées paraissent donc constituer une dépense inutile, et la tentative du gouvernement américain vient encore aggraver la situation. En effet, de deux choses l'une : ou elle réussira, et les Américains, entrant, tôt ou tard, en concurrence avec nous, nous donneront le lin à meilleur marché ; ou elle ne réussira pas, et ce sera la preuve indiscutable que les débouchés de cette culture se sont fermés et qu'il est temps de lui en substituer une autre.

BIBLIOGRAPHIE

La publication des *Aide-mémoire*, sous la direction de M. Léauté, membre de l'Institut, se continue régulièrement. Nous avons reçu récemment *La culture des pommes de terre,* de M. Malpeaux, professeur d'agriculture à l'Ecole pratique de Berthonval, dans le Pas-de-Calais.

Les lecteurs des *Annales* ont pu apprécier depuis quelque temps les travaux de M. Malpeaux, et reconnaître qu'il étudie les questions avec beaucoup d'ordre et de méthode.

On retrouve ces qualités dans l'ouvrage que nous annonçons aujourd'hui. Il débute par quelques documents statistiques intéressants à connaître. C'est l'Allemagne qui tient la tête des pays producteurs, elle consacre plus de 3,000,000 d'hectares à la culture de la pomme de terre et recueille 29,000,000 de tonnes, c'est environ 97 quintaux par hectare. Les rendements sur 2,500,000 hectares en Russie sont seulement de 15,000,000 de tonnes ou 70 quintaux par hectare. L'Autriche-Hongrie plante 1,600,000 hectares en pomme de terre et récolte 12,000,000 de tonnes; chez nous on fait près de 13,000,000 sur 1,540,000 hectares, le rendement est donc de 86 quintaux. C'est en Angleterre et Irlande que le rendement est le plus élevé, il atteint 120 quintaux par hectare; il est vrai que la surface consacrée à la culture est seulement de 513,000 hectares.

On s'est efforcé dans notre pays, depuis plusieurs années, d'améliorer la culture de la pomme de terre; les progrès sont très marqués dans les parties de la France où la culture est avancée, ne le sont guère dans d'autres départements de beaucoup les plus nombreux, de telle sorte que nos rendements sont encore misérables. Il y a dix ans, on récoltait 78 quintaux à l'hectare, en 1886 on a 83 q. 9; or, couramment dans notre champ d'expériences, nous faisons entre 250 et 350 quintaux.

C'est surtout par le bon choix des variétés qu'on réussira à élever ces

rendements. M. Malpeaux les décrit avec soin. Pour les variétés fourragères destinées à l'alimentation du bétail, à la fabrication de l'alcool ou de la fécule, la Richter's Imperator, préconisée par M. Aimé Girard, est la plus prolifique ; cependant, au champ d'expériences de Grignon, nous avons depuis quelques années reconnu que deux variétés qui nous sont venues de Bohême, le Professeur Mœrcker et le Docteur Lucius, de meilleure conservation que la Richter, un peu moins prolifiques, mais plus riches en fécule, luttent avantageusement avec elle.

M. Malpeaux énumère les engrais qu'il convient d'appliquer à la pomme de terre, et montre les avantages d'une plantation régulière; il prescrit les soins culturaux a donner et insiste avec raison sur l'influence des binages et la destruction des mauvaises herbes.

Les maladies qui affectent les pommes de terre sont l'objet d'un chapitre spécial. Quand, il y a plus de cinquante ans, la maladie de la pomme de terre fit son apparition, elle causa de terribles ravages en France, et particulièrement en Irlande; ils ont inspiré à Léonce de Lavergne une des plus belles pages de son *Economie rurale de l'Angleterre*. Je l'ai transcrite dans la partie de mon ouvrage *Les plantes de grande culture*, consacrée à la pomme de terre. Les désastres qu'occasionna la maladie échauffèrent les cerveaux, et y firent germer parfois les idées les plus singulières. Nous avons à la bibliothèque du Muséum d'Histoire naturelle une brochure intitulée : *Découverte de la véritable cause de la maladie de la pomme de terre*, par M. Zafpinger, traduite de l'allemand, Laûsanne, 1847. On lit, page 4 : « Les gaz provenant de l'usage des allumettes phosphoriques qui souillent l'atmosphère, sont la véritable cause de la maladie de la pomme de terre ! ! »

M. Malpeaux indique l'emploi des diverses bouillies destinées à combattre le *Phytophtora infestans*.

Il s'occupe ensuite de la culture de la pomme de terre de primeur; puis des usages auxquels se prêtent les tubercules obtenus dans la grande culture.

Cet ouvrage, composé avec soin, écrit par un jeune auteur qui tient à honneur de suivre de très près les progrès agricoles, renferme toutes les notions nécessaires à connaître pour entreprendre avec succès la culture de la pomme de terre. P.-P. D.

Agronomia. — Cours d'agriculture de l'Université de Pise, par le professeur Caruso (1 vol., Torino, 1898) (en langue italienne). — M. Caruso, le savant directeur de l'École d'agriculture de Pise, le rédacteur en chef de l'*Italia agricola*, dont nous donnons de fréquents extraits à nos lecteurs, a publié récemment le cours qu'il professe depuis de longues années. Il est intéressant de voir comment les matières sont ordonnées chez nos voisins du Sud. — La science agricole est encore en voie de formation, et il est utile de faire connaître les méthodes d'exposition en usage dans diverses contrées pour les comparer à celles qui sont adoptées dans notre pays.

M. Caruso consacre son premier chapitre à une étude sommaire des phénomènes météorologiques; en France, ces notices sont données dans des cours spéciaux, et généralement rattachées à l'enseignement de la physique.

Dans son second chapitre, M. Caruso aborde directement l'étude de la terre arable, il étudie sa formation, sa constitution, ses propriétés physiques et chimiques, et il expose en plusieursparagraphes les phénomènes de nitrification et les recherches récentes sur la réduction des nitrates.

La seconde partie de l'ouvrage de M. Caruso est très originale; elle est intitulée : *Appropriation du terrain*, si nous traduisons exactement le mot *apparechiamento*. Déboisement, défrichement, écobuage, cultures vertes destinées à servir d'engrais sont les différents paragraphes de cette seconde partie; l'auteur aborde ensuite le chapitre des irrigations.

Avec beaucoup de raison, M. Caruso s'étend sur ce sujet et décrit les diverses méthodes employées pour élever l'eau, pour la mesurer, pour évacuer les eaux surabondantes, pour pratiquer le colmatage, et toutes ces notions présentent le plus haut intérêt.

Je regrette, pourquoi ne pas le dire, que ce beau chapitre ne se termine pas par une plaidoirie éloquente comme M. Caruso l'aurait très bien écrite, s'il l'avait voulu, en faveur des irrigations. — L'eau est la première condition de la fertilité, surtout dans une contrée méridionale, et le magnifique exemple que donne la Lombardie est bien fait pour montrer ce à quoi on arriverait dans les autres parties de l'Italie si elles étaient également irriguées.

Il aurait fallu rappeler qu'une terre convenablement humectée fixe l'azote de l'air et le nitrifie, et qu'en arrosant, on assure l'alimentation azotée de la plante.

Il est réellement temps que les agronomes de tous les pays essaient de faire de l'agitation sur ce sujet, de façon à forcer les pouvoirs publics à y attacher l'attention qu'il mérite.

Le quatrième chapitre de l'*Agronomia* traite des engrais, et particulièrement du fumier de ferme; au moment où M. Caruso a composé ce chapitre, on était encore sous l'influence des écrits de Wagner et du projet de traiter le fumier par les acides; toutes ces propositions sont aujourd'hui abandonnées puisqu'on sait qu'il suffit d'entretenir dans le fumier une fermentation active productrice d'acide carbonique pour arrêter absolument la déperdition de l'ammoniaque.

Dans le chapitre V de son ouvrage, M. Caruso s'occupe de la préparation mécanique du terrain; il rappelle les recherches que nous poursuivons sur ce sujet depuis plusieurs années, et nous sommes heureux que les conclusions auxquelles nous sommes arrivés aux environs de Paris s'appliquent également au climat de l'Italie. Nous trouvons dans ce chapitre l'énumération de tous les instruments en usage aujourd'hui dans les exploitations bien outillées et aussi les araires employés communément en Toscane.

La terre étant préparée, on peut procéder aux semailles. M. Caruso décrit les semoirs, puis il passe aux autres modes de multiplication des végétaux, et notamment aux procédés de greffage, qui ont acquis aujourd'hui une si grande importance dans tous les pays vignobles ; il termine ce premier volume par l'étude des assolements.

L'ouvrage de M. Caruso, très clairement écrit, bien composé, servira de

guide aux personnes qui veulent que l'Italie tire de son sol toutes les richesses que son climat et sa situation géographique lui permettent de produire. P.-P. D.

Petite encyclopédie pratique de chimie industrielle publiée sous la direction de M. Billon, Ingénieur chimiste. Le Sucre. Bernard et Cie. 1898. — La mode est aux Encyclopédies. Après la collection si intéressante des Aide-Mémoire de M. Léauté, voici une nouvelle série de petits traités, ornés de nombreuses figures dans le texte.

L'ouvrage que nous avons sous les yeux n'est pas écrit pour des personnes qui n'ont aucune notion de chimie, mais plutôt pour celles qui, ayant des connaissances générales, veulent approfondir certains sujets. Après un premier chapitre sur les sucres en général et sur leurs propriétés, l'auteur aborde l'étude de la production de la betterave, puis dans les chapitres suivants, la description et le fonctionnement des appareils des sucreries; il décrit ensuite les méthodes d'analyse habituellement employées. Le chapitre VIII est consacré à l'étude des cannes; le chapitre IX à celle de la raffinerie; enfin dans le dernier chapitre sont exposés les nombreux usages du sucre, sucre candi, sirops employés à la fabrication du vin et enfin à celle du chocolat.

Le succès qu'ont eu jadis les manuels Roret montre que le genre de publications auquel appartient le *Sucre* répond au goût du public industriel, et nous ne pouvons qu'encourager la publication de petits ouvrages, clairs, concis comme *le Sucre*. P.-P. D.

REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Chimie agricole.

Étude sur l'acide phosphorique dissous par les eaux du sol, par M. Th. Schlœsing fils[1]. — Dans une note précédente, M. Schlœsing fils, pour extraire l'acide phosphorique dissous dans les eaux du sol, faisait usage du procédé par déplacement. Il a pu depuis lui en substituer un autre, plus commode et plus rapide, dans lequel on n'obtient plus les dissolutions mêmes que renferment les terres, mais on en prépare de semblables sous le rapport du titre en acide phosphorique. Il consiste essentiellement à agiter une quantité relativement faible de terre et d'eau, dans des conditions spéciales.

Pour une terre donnée, la quantité d'acide phosphorique dissous pourrait dépendre de la durée et de l'intensité de l'agitation, des proportions d'eau et de terre et peut-être de la nature de l'eau. Ces divers points ont été méthodiquement étudiés par l'auteur.

Une agitation de dix heures suffit pour que la terre et l'eau mises en présence arrivent à l'équilibre dans le partage de l'acide phosphorique; une plus longue agitation provoque l'usure des éléments de la terre, par frotte-

1. *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 327.

ment et exagère le taux d'acide phosphorique cherché. Pour la même raison, l'agitation doit être modérée; on y parvient en enfermant la terre et l'eau dans un flacon qu'on fait tourner autour d'un arbre horizontal, perpendiculaire à l'axe du flacon, à raison de deux tours seulement par minute.

L'acide phosphorique dissous croît avec la proportion de terre, mais au-dessus de 300 grammes de terre pour 1,300 centimètres cubes d'eau l'accroissement est très faible.

La nature de l'eau mise en expérience ne semble pas avoir une grande importance; contrairement à ce qu'on pense, l'auteur n'a pas trouvé que l'eau dissolvait les phosphates du sol en raison de sa teneur en acide carbonique, du moins quand les eaux contenaient la proportion de bicarbonate de calcium en rapport avec la tension du gaz carbonique; en sorte que toute eau ordinaire calcaire peut convenir aux expériences.

M. Schlœsing fils a opéré à des températures variant de 15 à 22 degrés; il s'est arrêté au mode opératoire suivant : « Poids de terre correspondant à 300 grammes supposés à l'état sec; 1,300 centimètres cubes d'eau ordinaire y compris l'eau préexistant dans la terre, rotation de dix heures dans un flacon de 1 lit. 5 à raison de deux tours par minute; l'acide phosphorique est dosé sur 1 litre du liquide clarifié par repos et filtré. » Ce procédé, employé comparativement avec la méthode par déplacement, a donné ces résultats :

	Acide phosphorique dans 1 litre d'eau.	
	par déplacement.	par agitation.
	—	—
	miligr.	milligr.
Terre de Galande.	0.10	0.17
— de Neauphle.	0.83	0.89
— de Joinville.	1.02	1.05
— de Coupvray.	1.04	1.17
— de la Foisserie.	1.16	1.19
— de Boulogne, ...	3.08	3.01

On possède donc maintenant, pour déterminer le titre des solutions du sol en acide phosphorique, un moyen un peu empirique, il est vrai, mais simple et pratique. A. Hébert.

Etude sur l'acide phosphorique dissous par les eaux du sol, par M. Th. Schlœsing fils[1]. — On vient de voir par l'analyse précédente que l'eau contenue dans la terre renferme toujours en dissolution une certaine quantité d'acide phosphorique provenant des composés phosphatés contenus dans le sol; mais cette quantité d'acide phosphorique dissous est très faible et ne s'élève que rarement à plus de 0 gr. 001 par litre. M. Schlœsing estime d'après ces données qu'un hectare de terrains à raison de 3,000 tonnes de terre végétale à 15 p. 100 d'eau ne renfermerait, à l'état dissous, que 0 kil. 45 d'acide phosphorique, quantité faible relativement à ce qu'exigent les récoltes. On admet donc généralement que l'assimilation de l'acide phosphorique se fait par l'intermédiaire des sucs acides sécrétés par les racines,

1. *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 236.

sucs qui dissolvent les phosphates et les rendent absorbables par les plantes.

M. Schlœsing s'est demandé si l'on ne restreignait pas trop le rôle de l'acide phosphorique dissous dans l'eau du sol et, pour résoudre la question, il a étudié d'une part la formation de la dissolution d'acide phosphorique dans les sols, d'autre part l'utilisation par les plantes de cette dissolution. La note publiée est relative seulement au premier point abordé.

L'auteur a extrait les dissolutions contenues dans divers sols en employant le procédé fondé sur le déplacement par l'eau versée très lentement en pluie régulière; en opérant sur 40 kilos de terre, on obtient ainsi au moins 1 litre de la dissolution telle qu'elle existait dans chaque sol; en y dosant l'acide phosphorique, M. Schlœsing a obtenu entre autres les résultats suivants pour des terres à divers degrés d'humidité :

Terre de Joinville-le-Pont, très sableuse.

	I	II	III
Humidité.	5 p. 100.	11.5 p. 100.	23 à 25 p. 100.
Eau totale contenue initialement dans les 40 kilos de terre. . . .	2 litres.	4 lit. 6	9 à 10 litres.
Acide phosphorique dans le premier litre extrait par déplacement	1 milligr. 2	1 millgr. 19	1 milligr. 05

Terre de Coupvray, argilo-sableuse.

	I	II
Humidité.	16.5 p. 100.	25 p. 100.
Eau totale initiale.	6 lit. 6	10 litres.
Acide phosphorique dans le premier litre.	1 milligr. 04.	0 milligr. 98

Terre de Galande, argilo-sableuse.

	I	II
Humidité.	12.4 p. 100.	20 à 22 p. 100.
Eau totale initiale.	5 litres.	8 à 8 lit. 8
Acide phosphorique dans le premier litre. .	0 milligr. 09	0 milligr. 12

On constate donc que, dans une même terre (considérée à une même époque), le titre de la dissolution en acide phosphorique est presque constant et indépendant de la proportion d'eau constituant l'humidité.

L'auteur pense que la quantité d'acide phosphorique dissoute dans un sol résulte d'un équilibre entre des actions chimiques très complexes tendant, les unes à insolubiliser, les autres à faire passer en dissolution cet acide, de sorte que si par quelque cause, la proportion de l'acide phosphorique dissous diminue, une nouvelle quantité d'acide entre en dissolution pour rétablir le titre primitif, et inversement. La constance constatée pour le titre en acide phosphorique des dissolutions d'un sol s'explique ainsi, étant donnée que la quantité d'acide dissoute est minime par rapport au stock de phosphates, qui l'entretient en vertu de l'équilibre considéré.

De cette façon, l'acide phosphorique peut donc se renouveler dans les dissolutions à mesure que la végétation l'y consomme, et malgré sa proportion toujours faible, il ne peut plus être considéré comme négligeable pour l'alimentation des plantes. A. Hébert.

Le Gérant : G. Masson.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

RECHERCHES

SUR LA

VÉGÉTATION DE QUELQUES ALGUES D'EAU DOUCE

PAR

M. R. BOUILHAC

Répétiteur général au lycée Louis-le-Grand.

L'exposé de mes recherches se divise en trois parties :

En premier lieu, j'examine l'influence que l'acide arsénique exerce sur la végétation de quelques algues.

J'étudie ensuite la fixation de l'azote atmosphérique par l'association des algues et des bactéries.

Enfin, dans un dernier chapitre, je dirai comment on peut cultiver à l'abri de toute lumière une plante verte telle que l'Algue désignée sous le nom de Nostoc punctiforme en introduisant dans sa solution nutritive une matière organique convenable.

I. — Influence de l'acide arsénique sur la végétation de quelques algues.

L'acide arsénique a toujours été considéré comme un poison violent, aussi bien pour les animaux que pour les végétaux.

Mais déjà M. Marchand a signalé un champignon, l'*hygrocroscis arsenicus*, qui apparaît spontanément dans la liqueur de Fowler; j'ai pensé qu'il était intéressant de rechercher si d'autres plantes inférieures résistaient à l'action nocive des arséniates et si, par exemple, il existait des algues susceptibles de vivre dans des solutions arsenicales.

De telles recherches ne doivent pas se borner à étendre nos connaissances sur la toxicité de l'acide arsénique.

Cet acide, par toutes ses propriétés, se rapproche de l'acide phosphorique, qui joue un rôle important dans la constitution de la cellule.

Les plantes, pour végéter, ont besoin de trouver des phosphates à leur disposition : mais il est rationnel de se demander si, dans quelques cas très particuliers, les phosphates ne seraient pas susceptibles d'être remplacés partiellement par les arséniates.

II. — Énumération de quelques algues végétant en solutions arsenicales.

J'ai placé dans une serre trois vases remplis d'une solution nutritive qui avait la composition suivante :

Eau distillée.	1 litre.
Nitrate de chaux.	1 gramme.
Phosphate neutre de potasse . . .	0 gr. 250
Sulfate de magnésie	0 250
Sulfate de potasse	0 250
Perchlorure de fer.	Traces.

En outre, dans les solutions de chacun de ces vases, j'ai ajouté de l'arséniate neutre de potasse en quantité variable.

Dans le vase n° 1, la quantité d'acide arsénique atteignait la dose de $\frac{5}{10.000}$.

Dans le vase n° 2, la dose arrivait à $\frac{1}{1.000}$.

Dans le vase n° 3, la dose était portée à $\frac{15}{10.000}$.

Ces vases furent ensemencés avec des spores d'algues diverses.

A cet effet, j'ai recueilli dans un bassin situé à proximité du laboratoire un amas d'algues de différentes espèces, que j'ai lavées soigneusement pour les débarrasser de la boue qui les souillait.

Ces algues furent conservées une dizaine de jours dans un flacon rempli d'eau de fontaine; après ce laps de temps, je jugeai que cette eau devait être suffisamment chargée de spores. Je l'ai utilisée pour mes ensemencements et, à cet effet, j'en ai versé 10 centimètres cubes dans chacun de mes vases, qui, au préalable, avaient été placés dans une serre contiguë au laboratoire.

Trois mois après, des algues diverses s'étaient développées.

En voici l'énumération :

[Les lettres R C CC CCC placées à côté des noms indiquent si l'algue mentionnée comme existant dans le vase s'y trouve en très faible quantité ou bien si elle y est commune ou très commune.]

Vase n° 1. — $As^2O^5 = \frac{5}{10.000}$

Ulothrix tenerrima	CC
Protococcus infusionum.	C
Dactylococcus infusionum.	R
Sticococchus bacillaris	R

Vase n° 2. — $As^2O^5 = \frac{1}{1.000}$

Dactylococcus infusionum.	C
Ulothrix tenerrima	R
Sticococchus bacillaris	R

Vase n° 3. — $As^2O^5 = \frac{15}{10.000}$

Protococcus infusionum.	C
Dactylococcus infusionum.	CCC
Ulothrix.	C
Sticococchus bacillaris.	R

J'ajoute que des infusoires se trouvaient dans toutes mes cultures. Plusieurs variétés d'algues vivent donc en solutions arsenicales ; il restait à reconnaître si ces algues supportent simplement la présence des arséniates ou bien si elles les absorbent.

Du vase n° 1, j'ai retiré une masse verdâtre composée des plantes dont j'ai donné les noms. Cette masse, après trois mois et demi de végétation, pesait 48 grammes. Pour y rechercher l'acide arsénique, je l'ai enlevée de la solution arsenicale et je l'ai transportée dans un cristallisoir rempli d'eau distillée qui fut renouvelée tous les jours pendant trois semaines. Je voulais ainsi séparer de cette algue l'arséniate de potasse qui s'était peut-être fixé à sa surface comme une teinture sur une étoffe.

Cette crainte se justifiait ici dans une certaine mesure par des faits que je connaissais dès cette époque et qui expliquent les précautions que j'ai prises.

Si on filtre sur de la terre une solution d'arséniate de potasse, on constate que la solution s'appauvrit en acide arsénique ; les propriétés absorbantes de la terre s'exercent sur cet acide, ainsi que le démontrent les expériences suivantes exécutées en filtrant une solution d'arséniate neutre de potasse sur trois terres de différente nature.

	Acide contenu dans la solution arsenicale primitive.	Acide retrouvé dans la solution filtrée.	Acide retenu.
	milligr.	milligr.	milligr.
Terre du Muséum, riche en matière organique	125	46,5	78,5
Terre sable calcaire.	125	82,3	42,7
Terre argileuse	125	74,4	50,6

Les chiffres de ce tableau apprennent encore que le pouvoir

absorbant de la terre pour l'acide arsénique croît avec sa richesse en humus.

L'humus fixe donc l'arséniate de potasse; et, si la matière organique qui constitue les algues possédait également cette propriété, j'aurais été conduit dans la suite à tirer de mon analyse une interprétation inexacte.

Après avoir laissé mes plantes vivre dans l'eau distillée pendant trois semaines, je les ai tuées en portant à l'ébullition l'eau dans laquelle elles se trouvaient.

Puis elles furent jetées sur un filtre pour être épuisées à fond par l'eau bouillante.

Après tous ces lavages, elles ont été desséchées et pesées : le poids de la matière sèche s'élevait à 2 gr. 03.

J'ai alors commencé le dosage de l'acide arsénique.

Les algues qui composaient cette masse ont été brûlées selon la méthode recommandée par M. Armand Gautier dans le cas des recherches toxicologiques.

La matière, traitée en premier lieu par quelques grammes d'acide nitrique pur ordinaire, est chauffée avec modération. Quand la masse brunit et qu'elle se carbonise, on la retire du feu puis on l'humecte avec de l'acide sulfurique pur, et on continue à chauffer jusqu'au moment où l'acide sulfurique émet des vapeurs blanches.

On ajoute de l'acide nitrique et la matière se liquéfie : il faut chauffer jusqu'à commencement de carbonisation. La masse est reprise par de l'eau bouillante et filtrée. La liqueur est traitée par le bisulfite de soude qui réduit l'acide arsénique à l'état d'acide arsénieux et portée ensuite à une douce température : l'acide sulfureux s'élimine.

Dans la liqueur acidulée avec de l'acide chlorhydrique, l'arsenic est précipité par l'acide sulfhydrique.

Le précipité est recueilli sur un filtre et lavé avec de l'eau contenant de l'acide chlorhydrique. Traité par l'ammoniaque, il se dissout rapidement et la solution est recueillie dans une capsule en porcelaine.

Cette liqueur est évaporée à sec au bain-marie dans la capsule même : le sulfure d'arsenic, oxydé par l'acide azotique concentré, est ainsi transformé en acide arsénique que l'on précipite finalement en liqueur ammoniacale à l'état d'arséniate ammoniaco-magnésien.

Le précipité desséché à la température de 103 degrés a une composition bien constante, et sa pesée permet de déduire le poids d'acide arsénique contenu dans la matière. J'ai ainsi constaté que ces algues renfermaient encore, après tous les lavages qu'elles avaient subis, 0 mill. 9 d'acide arsénique.

Deux conclusions découlent de ces recherches :

1° Les algues dont les noms viennent d'être donnés végètent dans des solutions nutritives contenant de l'arséniate de potasse;

2° Ces algues saisissent au moins des traces d'acide arsénique et cette absorption a lieu même en présence de l'acide phosphorique.

Essayons maintenant d'apprécier comment agit l'acide arsénique sur le développement de quelques algues.

III. — Culture du Sticococchus bacillaris Nœgeli en solution nutritive pourvue d'acide phosphorique et additionnée d'arséniate de potasse.

J'ai rencontré le Sticococchus bacillaris Nœgeli dans une solution arsenicale exposée librement à l'air : cette algue végétait ainsi normalement et à l'état pur.

Je me suis proposé de cultiver cette plante dans des solutions contenant de l'arséniate neutre de potasse à doses diverses, pour observer les effets qui en résulteraient.

J'ai préparé une solution nutritive ayant la composition suivante :

Eau distillée	1 litre.	
Nitrate de chaux	1 gramme.	
Phosphate tribasique de chaux	0 gr.	025
Sulfate de magnésie	0	250
Sulfate de potasse	0	250
Perchlorure de fer	Traces.	

Cette solution est la même que celle qui avait été employée dans mes précédentes cultures, à cette différence près que le phosphate de potasse est remplacé par du phosphate tribasique de chaux, moins assimilable, et que la quantité de phosphate est notablement diminuée.

Dans cinq vases différents, de formes identiques, je versais 2 l. 5 de ma solution nutritive : j'ajoutais ensuite à ces solutions de l'arséniate neutre de potasse en quantité variable.

Et c'est ainsi que :

Le vase nº 1	contenait de l'acide arsénique à la dose de		$\frac{2}{10.000}$
—	nº 2	—	$\frac{5}{10.000}$
—	nº 3	—	$\frac{1}{1.000}$
—	nº 4	—	$\frac{15}{10.000}$
—	nº 5		$\frac{2}{1.000}$

Ces cultures expérimentales commencèrent au mois de février 1894.

Mes vases, simplement recouverts d'une lame de verre, furent placés dans une serre dont la température variait aux environs de 15 degrés.

Pour les ensemencer, j'opérai de la façon suivante :

Le fond du vase contenant la solution arsenicale où, pour la première fois, j'avais aperçu le Sticococchus bacillaris, était entièrement tapissé par des colonies de cette algue. Il me fut facile d'enlever la solution sans détacher les algues qui étaient collées sur le verre. En projetant le jet d'une pissette, je les mis en suspension dans de l'eau distillée que j'agitai ensuite pour la rendre homogène.

J'ensemençai chacune de mes solutions arsenicales avec 1 centimètre cube de cette eau.

Des différences apparurent bientôt dans l'état des cultures.

Dans les solutions où l'acide arsénique se trouvait aux doses de $\frac{2}{10.000}$ et $\frac{5}{10.000}$, les cultures sont relativement peu abondantes. Les cultures devenaient plus belles quand les doses d'acide arsénique s'élevaient. Dans le vase où la quantité d'acide arsénique était de $\frac{1}{1.000}$, se manifestait une végétation supérieure à toutes les autres.

Au commencement du mois de mai, c'est-à-dire trois mois après le jour de l'ensemencement, je mis fin à l'expérience.

Avant d'enregistrer les résultats obtenus, il a été vérifié par M. Bornet, de l'Académie des Sciences, que ces cultures de Sticococchus étaient restées absolument pures.

La couleur des vases donnait tout de suite une idée des différences de végétation et le tableau suivant le mentionne.

	Doses de l'acide arsénique.	Aspect du vase.
	—	—
Vase n° 1.	$\frac{2}{10.000}$	Vert très pâle.
— n° 2.	$\frac{5}{10.000}$	Vert pâle.
— n° 3.	$\frac{1}{1.000}$	Vert très foncé.
— n° 4.	$\frac{15}{10.000}$	Vert foncé.
— n° 5.	$\frac{2}{1.000}$	Vert foncé.

Après avoir agité chacun de mes vases assez longtemps pour rendre la culture homogène, j'ai prélevé sur chacun d'eux 50 centimètres cubes de la culture.

Par une simple filtration sur des doubles filtres préalablement tarés et repesés ensuite à l'état sec, j'ai recueilli les Sticococchus et dosé les récoltes.

Voici le tableau qui donne, évalués en matière sèche, les poids de Sticococchus trouvés dans 50 centimètres cubes de chacune des solutions arsenicales employées.

	Doses de l'acide arsénique.	Récoltes de Sticococchus obtenues dans 50 c.c. de culture et pesées à l'état sec.
	—	—
Vase n° 1.	$\frac{2}{10.000}$	3 milligr.
— n° 2.	$\frac{5}{10.000}$	7 —
— n° 3.	$\frac{1}{1.000}$	20 —
— n° 4.	$\frac{15}{10.000}$	14 —
— n° 5.	$\frac{2}{1.000}$	15 —

Il m'est donc permis de formuler la conclusion suivante :

De l'arséniate de potasse ajouté à une solution nutritive et en quantité suffisante pour que la dose d'acide arsénique atteigne $\frac{1}{1.000}$ favorise une culture de Sticococchus bacillaris Nœgeli.

Culture de la Schizothrix lardacea en solution arsenicale pourvue d'une très petite quantité d'acide phosphorique.

J'ai stérilisé plusieurs matras contenant une petite quantité d'une solution nutritive pourvue d'arséniate de potasse.

J'ai ensemencé l'un d'eux avec quelques centimètres cubes d'une eau arsenicale dans laquelle végétaient plusieurs espèces d'algues.

Des colonies s'étant formées à la surface de la solution, je me suis servi de ces colonies pour ensemencer d'autres matras et c'est ainsi que, par des cultures successives, j'ai isolé la *Schizothrix lardacea.*

J'ai alors préparé une solution ayant la composition suivante :

Eau distillée.	1 litre.
Nitrate de chaux.	1 gramme.
Acide phosphorique à l'état de phosphate neutre de potasse	0 gr. 001
Sulfate de potasse	0 2
Sulfate de magnésie	0 2
Perchlorure de fer	Traces.

J'ai versé 1 litre de cette solution dans deux grands matras qui furent bouchés avec des tampons de coton après avoir été ensemencés avec des colonies de Schizothrix lardacea.

J'ai préparé encore deux autres matras de culture, mais j'ai ajouté aux solutions qu'ils contenaient 0 gr. 5 d'arséniate de potasse.

Quatre mois après le jour de l'ensemencement, j'ai recueilli les récoltes de Schizothrix indiquées dans le tableau suivant :

Culture de la Schizothrix lardacea.

En solution nutritive pourvue d'une petite quantité d'acide phosphorique.	Récoltes de Schizothrix pesées à l'état sec.	En solution nutritive pourvue d'une petite quantité d'acide phosphorique et *additionnée d'arséniate de potasse.*	Récoltes de Schizothrix pesées à l'état sec.
Matras n° 1. . . .	0 gr. 41	Matras n° 1. . . .	1 gr. 81
Matras n° 2. . . .	0 58	Matras n° 2. . . .	1 76

Cette expérience me permet de formuler la conclusion suivante :

L'acide arsénique augmente une récolte de Schizothrix lorsque cette algue ne trouve à sa disposition qu'une très faible quantité d'acide phosphorique.

Dans ce cas particulier, les arséniates remplacent partiellement les phosphates.

IV. — Influence de l'acide arsénique sur quelques plantes vertes supérieures

Au cours des recherches que je viens d'exposer, j'ai essayé de reconnaître si quelques plantes vertes supérieures étaient capables d'assimiler les arséniates.

Toutes les plantes phanérogames que j'ai cultivées en solutions arsenicales n'ont pas tardé à périr.

Postérieurement à la publication de mes recherches, M. Stoklasa, professeur de chimie agricole à Prague, a entrepris dans les mêmes conditions des cultures d'avoine.

M. Stoklasa emploie quatre solutions nutritives différentes :

La solution n° 1 ne contient ni acide phosphorique ni acide arsénique.

La solution n° 2 contient de l'acide phosphorique et de l'acide arsénique.

La solution n° 3 contient de l'acide phosphorique et pas d'acide arsénique.

La solution n° 4 contient de l'acide arsénique et pas d'acide phosphorique.

L'expérience commença le 6 mai 1897.

Après quelques semaines, des différences sensibles apparaissaient déjà et M. Stoklasa les signale en ces termes :

« Dès le mois de juin, les différences de végétation des diverses séries s'accentuaient, et l'on voyait nettement l'influence de l'acide arsénique qui était surtout remarquable dans la solution nutritive contenant les deux acides : les plantes commençaient à fleurir ; dans la première série, cultivée sans acide phosphorique et sans acide arsénique, les végétaux, au contraire, étaient chétifs et languissants. Les plantes de la quatrième série, dans laquelle l'acide arsénique remplace l'acide phosphorique, se sont mieux

développées que celles de la série n° 1; cependant les fleurs ont séché bientôt après leur apparition; les feuilles étaient d'un vert ombré de bleu.

« Finalement, les cultures donnèrent lieu à un ensemble d'observations qui sont résumées par le tableau suivant :

SÉRIES	LONGUEUR moyenne de la racine.	LONGUEUR moyenne de la tige.	POIDS SEC de la racine.	POIDS SEC des tiges, feuilles, etc.	NOMBRE des graines.	POIDS SEC des graines.
	centimètr.	centimètr.	grammes.	grammes.		
1° Solution nutritive sans acide phosphorique ni arsénique.	9.3	36.2	0.63	2.96	»	»
2° Solution nutritive avec acide phosphorique et arsénique.	33.2	95.4	4.6	13.65	347	6.85
3° Solution nutritive avec acide phosphorique, sans acide arsénique.	35.6	96.7	4.8	14.38	368	7.32
4° Solution nutritive avec acide arsénique, sans acide phosphorique . .	18.5	49.3	1.02	4.84	»	»

M. Stoklasa conclut en écrivant :

« L'acide arsénique influe seulement en présence d'une quantité insuffisante d'acide phosphorique sur le développement partiel et sur la conservation de la vie de la plante. »

Dès maintenant, il est acquis que, non seulement certaines plantes vivent dans des solutions renfermant de l'arséniate de potasse, mais encore que cet arséniate favorise leur développement.

Introduit dans une solution contenant une faible quantité d'acide phosphorique, ce sel m'a permis de quadrupler des récoltes de Schizothrix lardacea.

Le cas de cette algue n'est pas unique, puisque les expériences de M. Stoklasa étendent à une graminée comme l'avoine, les conclusions que j'avais déjà formulées pour le Schizothrix.

I. — Sur la fixation de l'azote atmosphérique par les algues en présence des bactéries.

Peu de temps après les découvertes de M. Berthelot sur le rôle des êtres inférieurs dans la fixation de l'azote atmosphérique, Hellriegel et Wilfarth démontrèrent que les légumineuses se développaient aux dépens de l'azote libre, grâce au concours des bactéries qui pullulent dans les nodosités de leurs racines.

Plus tard, en 1892, MM. Schlœsing fils et Laurent observèrent que d'autres plantes vertes appartenant à la famille des algues étaient capables, elles aussi, de végéter en utilisant l'azote aérien.

Donnons à ce sujet quelques détails.

Dans une première série d'expériences, ces savants prenaient 600 grammes d'une argile de Montretout à laquelle ils ajoutaient des sels divers et 10 milligrammes d'azote sous forme de nitrate de potasse.

Cette argile était en outre arrosée avec 5 centimètres cubes de délayure de terre et placée dans une atmosphère dont la composition était parfaitement connue.

Bientôt, sa surface fut recouverte par un mélange d'algues diverses constitué surtout par des Nostocs : le Nostoc punctiforme Hariot, le Nostoc minutum Desmazières et enfin quelques colonies de Cylindrospernum majus Kützing.

La fixation moyenne de deux cultures s'est élevée à 52 milligrammes.

Dans une autre série d'expériences ces savants employèrent du sable quartzeux additionné simplement de sels minéraux.

Ce sable fut arrosé avec 5 centimètres cubes de délayure de terre, et cette fois encore, des algues diverses apparurent à sa surface; la quantité d'azote fixé s'éleva à 30 milligrammes.

Par contre, dans une expérience identique aux précédentes, au lieu d'un mélange d'algues, MM. Schlœsing fils et Laurent n'en avaient obtenu qu'une à peu près pure : c'était le Microleus vaginatus et dans ce cas il n'y eut pas d'azote fixé.

Discutant leurs expériences, les auteurs du mémoire que je résume en ce moment se demandent s'il ne faut pas attribuer des résultats aussi divers à la nature même des algues et écrivent :

« S'il en est réellement ainsi, il n'y a pas lieu de s'en étonner :

entre des êtres en apparence peu dissemblables on rencontre bien dans le monde des bactéries des manières de fonctionner aussi éloignées.

« Mais la différence pourrait également être due à d'autres circonstances.

« Par son mode d'ensemencement, le Microleus a peut-être été employé dans un état de pureté beaucoup plus grand que les autres algues, pureté qui serait défavorable à la fixation si, par exemple, celle-ci était le résultat du concours de plusieurs êtres. »

En résumé, de ces recherches, MM. Schlœsing fils et Laurent tirent la conclusion suivante :

« Certaines algues se rencontrant communément à la surface des terres végétales sont capables de fixer l'azote libre de l'air en quantité considérable.

« Nous n'avons pas fait de cultures d'algues rigoureusement pures ; nous ne saurions affirmer que, seules, sans le concours d'aucun autre être, elles peuvent réaliser la fixation.

« Y a-t-il quelque symbiose entre elles et les bactéries?

« La chose est possible. »

Il était nécessaire de répondre à toutes les questions que soulevaient eux-mêmes MM. Schlœsing fils et Laurent et, dès à présent, je dois mentionner les expériences de M. Kossovitch.

Expériences de M. Kossovitch.

M. Kossovitch, en cultivant sur des milieux divers des algues mélangées à des bactéries, observa encore d'importantes fixations d'azote.

Mais ce physiologiste n'a réussi à séparer qu'une seule algue, le Cystococcus. Il a donc cultivé cette plante soit à l'état pur, soit associée aux bactéries du sol ; aussi ces dernières expériences doivent-elles être rapportées et je vais en parler avec détails.

M. Kossovitch disposa des cultures de Cystococcus dans des vases d'Erlenmayer.

Dans un premier vase, le milieu de culture se composait de 70 grammes de sable, humecté avec 20 centimètres cubes d'une solution d'un mélange de sels minéraux nutritifs, et il ajouta ensuite 2 mg. 6 d'azote sous forme de nitrate de chaux.

Dans un deuxième vase, le milieu nutritif, composé comme le

premier au point de vue minéral, contenait en outre une matière organique, du dextrose.

Le Cystococcus a pris chaque fois un certain développement : et plus tard, lorsque M. Kossovitch brûla par l'acide sulfurique tout le milieu de culture et l'algue elle-même, il constata que la richesse en azote du milieu était restée ce qu'elle était au début ; c'est pourquoi il écrit :

« In reinen Culturen, Cystococcus bei abwegenheit anderer Organischen keinen freien Stickstoff assimilirt hatte. »

« En culture pure le cystococcus, en l'absence de tout autre organisme, ne peut assimiler l'azote libre. »

Dans une nouvelle série d'expériences, le Cystococcus fut cultivé sur des milieux de cultures identiques aux précédents, mais dans lesquels avaient été introduites des bactéries trouvées dans le sol.

Lorsque l'expérience fut terminée, les analyses d'azote que comportaient les recherches furent conduites comme elles l'avaient été dans le cas précédent et donnèrent les résultats que voici :

	AZOTE	
	introduit au commencement de l'expérience.	trouvé à la fin de l'expérience.
	mgr.	mgr.
En culture sucrée.	2 6	8,1
En culture dépourvue de sucre		3,1

Ainsi, dans le premier cas, l'azote fixé a été de 0 mg. 5, et quand, au milieu, il a été ajouté du dextrose, le gain d'azote a été de 5 mg. 5.

M. Kossovitch termine l'histoire de ses recherches par cette conclusion :

« Bestätigen meine Versuche dass anderen niederen Organischen die Fähigkeit der Stickstoffsirung in hohen Masse innevohnt. »

« Mes recherches démontrent que l'azote fixé sur mes milieux de culture est l'œuvre d'organismes autres que le Cystococcus. »

Ces expériences laissent l'esprit indécis sur bien des points.

1° Il a été obtenu une fixation de 5 mg. 5 par la culture du Cystococcus dans une solution sucrée où se trouvaient certaines bactéries dont les propriétés nous sont inconnues.

Or, nous savons qu'en général les bactéries fixatrices travail-

lent aux dépens du sucre et peut-être la fixation observée est-elle seulement l'œuvre de bactéries ayant cette propriété.

2° Sans sucre, la fixation se réduit à 0 mg. 5, et un chiffre aussi faible donne l'idée de faire des expériences nouvelles.

3° Comment les bactéries ont-elles agi sur le développement de l'algue?

Nous l'ignorons, car M. Kossovitch s'est seulement occupé de l'azote gagné par ses milieux de culture.

Je me suis donc proposé de rechercher l'influence que les bactéries du sol exercent sur le développement de quelques algues, pour déduire ensuite de la végétation de ces algues la fixation qui en résultait.

II. — Séparation de quelques algues.

Avant d'aborder de pareilles recherches, le premier problème à résoudre consiste à isoler des algues à l'état pur.

Ces plantes, en effet, sont très souvent associées; les masses verdâtres qu'elles forment dans la nature, et que l'on rencontre si souvent dans les fossés, sont constituées par de nombreuses espèces intimement liées les unes aux autres : leur isolement et leur purification sont difficiles.

La sociabilité des algues n'est pas la seule cause qui rende leur séparation longue et pénible.

Ces plantes sont, en effet, dans la nature, mélangées à de nombreuses bactéries, et il importe, surtout dans le cas qui nous occupe, de séparer non seulement les algues les unes des autres, mais encore des bactéries qui vivent soit autour d'elles, soit à leur surface.

Beyerinck écrit à ce sujet :

« Si aujourd'hui, grâce aux travaux de Pasteur, la culture d'une espèce microscopique parfaitement pure est devenue possible, on peut dire toutefois qu'en ce qui concerne les algues, le problème est loin d'être résolu comme il conviendrait qu'il le fût. »

Ce savant est toutefois parvenu à isoler le Chlorella vulgaris et le Scenedesmus acutus par des cultures successives sur gélatine.

La semence primitive qu'il avait utilisée au début de l'opéra-

tion provenait d'un groupe d'algues ramassées dans un fossé. Ces algues étaient évidemment accompagnées de bactéries. Or ces bactéries solubilisaient si bien la gélatine qu'elles tendaient à mélanger de nouveau les algues au fur et à mesure que celles-ci tendaient à se séparer.

Ce que Beyerinck dit lui-même des difficultés qu'il a rencontrées prouve que son procédé est peu recommandable : il faut trouver autre chose.

Kossovitch a séparé des algues par des cultures successives sur silice gélatineuse, additionnée simplement de sels minéraux, et, dans ce cas, l'absence de toute matière organique dans le milieu rend moins aisée l'intervention des bactéries ; c'est ainsi que le Cystococcus a été isolé.

Le procédé de Kossovitch est sans aucun doute préférable à celui de Beyerinck, mais je ne l'ai pas suivi et je vais indiquer maintenant la méthode que j'ai adoptée.

En prenant comme semence primitive des algues ramassées n'importe où, Beyerinck et Kossovitch introduisaient dès le début, dans les milieux de cultures de leur choix, un véritable monde d'êtres vivants, dont quelques-uns essayaient sans aucun doute de se reproduire au cours des cultures successives et rendaient par suite la séparation plus pénible.

J'ai pensé qu'il y avait dans un tel choix de semence primitive une source de difficultés qu'il m'était facile d'éviter en partie, grâce aux conditions dans lesquelles je me trouvais.

J'ai dit que j'avais à ma disposition une serre dont l'atmosphère est chargée de spores d'algues.

J'ai porté dans cette serre un cristallisoir rempli d'une solution simplement composée d'eau distillée, à laquelle étaient ajoutés les sels minéraux indispensables à la végétation d'une plante, et bientôt des algues nombreuses sont venues s'y développer naturellement.

Ces algues formaient des colonies qui nageaient à la surface de l'eau, et ce sont ces colonies qui m'ont donné mes semences primitives.

J'ai alors stérilisé à l'autoclave des petits matras contenant environ 50 centimètres cubes d'une solution composée comme celle du cristallisoir, et par des cultures successives dans ces matras j'ai cherché à séparer plusieurs algues.

J'ai réussi sans difficulté.

Je me hâte de dire cependant que de telles cultures doivent être conduites avec un certain soin.

Les algues semées ainsi dans des matras végètent, soit sur la partie du verre baignée par la solution, soit à la surface de la solution, et il importe de choisir ces dernières pour les ensemencements nouveaux.

A cet effet, je me servais d'une baguette de verre stérilisée, avec laquelle je retirais d'un matras la colonie que je transportais dans un autre.

Or, cette baguette tendait à prendre une colonie d'autant plus pure et à rester elle-même d'autant plus pure qu'elle avait moins de contact avec la culture dans laquelle elle pénétrait.

Il y a donc grand avantage à prendre une colonie formée à la surface de l'eau.

Mais encore faut-il en avoir à sa disposition.

On y arrive en donnant à la culture un éclairement aussi grand que possible.

Sans doute, une lumière trop vive tue une algue ; d'autre part, quand la lumière diminue, les algues ensemencées dans un matras tendent à végéter sur les parois du vase : on voit qu'il y a une question de mesure à observer.

J'ai isolé deux algues :

1° l'*Ulothrix flaccida*;

2° le *Nostoc punctiforme*.

Enfin j'en avais une troisième à ma disposition : la *Schizothrix lardacea.*

III. — Culture de Schizothrix lardacea et d'Ulothrix flaccida soit à l'état pur, soit associées aux bactéries du sol.

Pour reconnaître si ces deux algues étaient capables de fixer l'azote atmosphérique, soit elle-mêmes, soit avec le concours des bactéries du sol, j'ai disposé des cultures expérimentales de la façon suivante :

J'ai préparé deux solutions nutritives.

La solution n° 1 avait la composition suivante :

Eau distillée.	1 litre.
Sulfate de magnésie	0 gr. 2
Sulfate de potasse	0 2
Phosphate neutre de potasse. . . .	0 2
Carbonate de chaux	0 1
Perchlorure de fer.	Traces.
Nitrate de chaux.	1 gr.

La solution n° 2 avait la même composition que la précédente, mais était dépourvue de nitrate de chaux.

Sa formule était donc :

Eau distillée.	1 litre.
Sulfate de magnésie	0 gr. 2
Sulfate de potasse	0 2
Phosphate neutre de potasse. . . .	0 2
Carbonate de chaux	0 1
Perchlorure de fer	Traces.

1° *Culture de la Schizothrix lardacea avec la solution n°* 1.

Je prends trois matras de trois litres environ ; dans chacun de ces matras, je verse 1 litre de ma solution nutritive ; après les avoir portés à l'ébullition, je les ensemence avec des fragments de Schizothrix et je les bouche avec des tampons de coton stérilisé.

Le Schizothrix a végété normalement.

2° *Culture de la Schizothrix lardacea avec la solution n°* 2.

J'ensemence avec des fragments de Schizothrix, de la même façon, trois matras de culture qui contiennent une solution dépourvue d'azote.

6 mois après, je n'observais pas encore la moindre trace de végétation.

3° *Culture de la Schizothrix lardacea avec la solution n°* 2, *mais en présence des bactéries du sol.*

Trois matras de culture contenant la solution n° 2 sont préparés toujours de la même manière et ensemencés avec des fragments de Schizothrix, après quoi j'ai ajouté dans chacun d'eux quelques gouttes de délayure de terre.

Préparation de la délayure de terre. — Cette délayure n'a pas été préparée sans précaution d'aucune sorte.

Il importe avant tout que mes cultures de Schizothrix restent pures.

Si, par hasard, avec ma délayure de terre je semais une algue qui

végéterait ensuite à côté de la Schizothrix, il me deviendrait impossible de tirer plus tard une conclusion quelconque des résultats observés, car nous ignorons jusqu'à présent les effets que produisent des associations d'algues.

Or, à la surface du sol, se développent de nombreuses plantes inférieures ; je me suis donc bien gardé d'utiliser la terre ayant été en contact direct avec l'atmosphère, et c'est à une assez grande distance de la surface que j'ai pris celle dont j'avais besoin.

La délayure dont je me suis servi n'a dans le cas présent introduit aucune autre algue dans les solutions nutritives ensemencées avec des fragments de Schizothrix.

Mais malgré la présence des bactéries qu'elle y a apportées, la Schizothrix lardacea n'est pas parvenue à végéter; cinq mois après le jour de l'ensemencement, mes matras étaient encore stériles.

Cette algue, pour être cultivée, doit donc trouver à sa disposition une matière azotée assimilable comme le nitrate de chaux.

J'ai recommencé des cultures identiques avec l'*Ulothrix flaccida*.

Mêmes résultats.

Je suis donc conduit à admettre que la Schizothrix lardacea et l'Ulothrix flaccida ne peuvent vivre au dépens de l'azote atmosphérique, même avec le concours des bactéries du sol.

MM. Schlœsing fils et Laurent ont reconnu qu'il en était de même avec le Microleus vaginatus, et M. Kossovitch nous enseigne également que le Sticococchus bacillaire Nœgeli est dans le même cas.

Mais nous allons voir qu'à ce point de vue, toutes les algues ne se ressemblent pas.

IV. — Culture du nostoc punctiforme, soit a l'état pur, soit en présence des bactéries du sol.

Les cultures de Nostoc punctiforme furent conduites comme les précédentes : les résultats n'ont pas été les mêmes.

Des six matras contenant la solution n° 2, trois seulement avaient reçu de la délayure de terre. Mais ces matras, qui avaient été ensemencés au mois de mai 1895, offraient plus tard des différences d'aspect d'une netteté absolue.

Les solutions des matras n°s 1, 2 et 3, dans lesquelles je n'avais pas ajouté de délayure, étaient restées stériles.

Les solutions des matras n°s 4, 5 et 6, dans lesquelles j'avais laissé tomber quelques gouttes de délayure de terre, étaient recouvertes par des nappes verdâtres qui s'étendaient chaque jour.

Au mois d'octobre suivant, j'ai pris dans chacun de ces matras un échantillon des plantes qui s'y étaient développées et j'ai demandé à M. Bornet de vouloir bien les examiner. Je transcris la note qu'il a bien voulu me transmettre.

Matras n° 4. — Nostoc punctiforme très pur. Bactéries à la surface.
Matras n° 5. — Nostoc punctiforme très pur. Bactéries à la surface.
Matras n° 6. — Nostoc punctiforme mêlé de filaments d'Hyphéothrix. Bactéries à la surface.

J'ai récolté ces algues ; je les ai pesées à l'état sec. Enfin, j'ai dosé l'azote qu'elles contenaient par le procédé de Kjeldahl.

Le tableau qui suit résume les observations que j'ai consignées :

Numéros des matras.		Résultats de l'examen des algues.	Récoltes.	Azote absorbé.	Azote contenu dans 100 de matières sèches.
—		—	—	—	—
N° 1	témoin.	Nostoc sans bactéries	Néant	Néant	Néant
N° 2	—	—	—	—	—
N° 3	—	—	—	—	—
			gr.	mgr.	
N° 4	—	Nostoc punctiforme et bactéries.	0.705	23.4	3.3 p. 100
N° 5	—	Nostoc punctiforme et bactéries.	0.564	20 »	3.5 —
N° 6	—	Nostoc punctiforme, filament d'Hyphéothrix et bactéries. .	0.353	11.1	3.1 —

Nous savons maintenant que le Nostoc punctiforme cultivé à l'état pur ne fixe pas l'azote de l'atmosphère.

Mais il en est tout autrement quand le Nostoc est associé aux bactéries du sol : dans ce cas, l'association des algues et des bactéries provoque le développement simultané des deux espèces, et la fixation de l'azote se produit alors avec la netteté qu'indiquent les chiffres cités plus haut.

La Schizothrix lardacea et l'Ulothrix flaccida n'ont pas les propriétés du Nostoc punctiforme.

Mais les cellules du Nostoc ont ceci de particulier qu'elles s'entourent d'une gaine gélatineuse sur laquelle les bactéries se multiplient rapidement.

Les botanistes enseignent que cette gaine est l'œuvre des

cellules du Nostoc et, il n'est pas invraisemblable de supposer que, grâce à elle, les bactéries disposent des matières organiques nécessaires à leur développement.

Je suis conduit à croire que les bactéries, en brûlant cette matière organique, constituent la matière azotée dont la plante fait ensuite son profit, et qu'ainsi s'atteste par un fait nouveau la solidarité qui existe entre les fixateurs d'azote et les fixateurs de carbone.

La teneur en matière azotée du Nostoc punctiforme mérite de retenir un moment l'attention.

Des trois analyses rapportées plus haut, il résulte que l'azote fixé sur les tissus de cette algue atteint le chiffre moyen de 3, 4 p. 100 de matière sèche.

La richesse en azote des végétaux de la grande culture est notablement inférieure à ce chiffre : elle ne devient comparable à celle du Nostoc punctiforme que lorsqu'il s'agit de légumineuses, qui contiennent de 3 à 4 p. 100 d'azote.

Or, les légumineuses prospèrent grâce aux bactéries fixatrices d'azote qui vivent dans les nodosités de leurs racines.

A ce point de vue, et dans une certaine mesure, le Nostoc punctiforme ressemble donc à une légumineuse ; il ressemble encore à une plante de cette famille par la quantité de matières azotées qu'il fabrique.

V. — Culture en solutions arsenicales du Nostoc punctiforme associé aux bactéries du sol.

J'ai cru intéressant d'examiner si le Nostoc punctiforme se développait en solution arsenicale dépourvue d'azote, car, dans ce cas, le concours des bactéries lui est indispensable.

En conséquence, j'ai disposé une nouvelle série de cultures avec une solution nutritive qui avait la composition suivante :

Eau distillée	1 litre.
Acide arsénique donné sous forme d'arséniate neutre de potasse	0gr.1
Phosphate neutre de potasse	0 2
Sulfate de magnésie	0 2
Sulfate de potasse	0 2
Carbonate de chaux	0 1
Perchlorure de fer	Traces.

Dans douze matras d'une capacité de 3 litres environ, j'ai versé 1 litre de cette solution.

Quatre de ces matras, choisis comme témoins, furent ensemencés avec du Nostoc pur.

Après avoir ensemencé les huit autres matras, j'ajoutai à leurs solutions quelques gouttes de délayure de terre.

Au mois d'octobre 1896, c'est-à-dire quatre mois après le jour de l'ensemencement, je constatais que les matras témoins étaient encore stériles.

Mais dans tous les autres vases, le Nostoc s'était développé, et les cultures, à part une ou deux exceptions qu'il faut attribuer à des accidents, étaient d'apparence fort belle.

Toutes cependant ne sont pas restées pures, car, dans quelques-unes, la délayure de terre a semé des algues nouvelles.

J'attribue à la délayure la présence des nouvelles algues que je signalerai tout à l'heure : toutefois il est permis de supposer que, pendant la préparation des matras, l'atmosphère a apporté des spores d'algues.

Un échantillon de toutes ces plantes a été donné à M. Bornet, qui a rédigé la note suivante :

Matras n° 5. — Nostoc punctiforme tout à fait pur en très bel état. Bactéries à la surface.

Matras n° 6. — Comme 5.

Matras n° 7. — Comme 5.

Matras n° 8. — Comme 5.

Matras n° 9. — Comme 5.

Matras n° 10. — Nostoc punctiforme mêlé d'Hyphéothrix et de Pleurococcus. Bactéries. Culture en mauvais état, probablement trop éclairée.

Matras n° 11. — Nostoc punctiforme mêlé d'Ulothrix et d'Hyphéothrix. Bactéries. Culture en mauvais état.

Matras n° 12. — Nostoc punctiforme mêlé d'Hyphéothrix. Bactéries.

Toutes ces algues ont été récoltées, pesées et analysées.

Voici les résultats :

Numéros des matras.	Nature des algues.	Poids des récoltes pesées à l'état sec.	Azote contenu dans la récolte.	Azote p. 100 de matières sèches.
—	—	—	—	—
N° 1 .	Nostoc punctiforme pur. . . .	Néant	Néant	Néant
N° 2 .	—	—	—	—
N° 3 .	—	—	—	—
N° 4 .	—	—	—	—
		gr.	mgr.	
N° 5 .	Nostoc et bactéries	0.322	10.5	3.2 p. 100
N° 6 .	—	0.295	11.8	4.0 —
N° 7 .	—	0.183	6.5	3.5 —
N° 8	—	?	?	?
N° 9 .	—	0.154	5.8	3.7 —
N° 10 .	Nostoc mêlé d'*Hyphéothrix*, de *Pleurococcus* et de bactéries .	0.322	10.7	3.3 —
N° 11 .	Nostoc mêlé d'*Ulothrix*, d'*Hyphéothrix* et de bactéries. . .	0.381	12 »	3.6 —
N° 12 .	Nostoc mêlé d'*Hyphéothrix* et de bactéries	0.545	20.6	3.7 —

Le travail des bactéries n'a pas été arrêté par l'arséniate de potasse.

Cela ne veut pas dire qu'employé à une dose plus forte, ce sel ne serait pas pour la culture une cause d'échec ; il suffit qu'il devienne toxique pour l'un des deux êtres vivants qui sont associés, non pour tous les deux.

Mais si l'arséniate agissait différemment sur l'algue et sur les bactéries et si, par exemple, à une certaine dose, il tuait les bactéries sans tuer l'algue, nous serions conduits à une méthode de séparation de ces deux espèces, susceptible encore de se généraliser.

De là, l'intérêt des nouvelles cultures arsenicales.

Expérience I.

J'ai préparé des solutions dépourvues d'azote dont la formule a été donnée : mais à ces solutions, j'ai ajouté de l'arséniate neutre de potasse en quantité telle que la dose d'acide arsénique varie de $\frac{5}{10.000}$ à $\frac{1}{100}$.

Ces solutions ont été utilisées pour mes nouvelles cultures de Nostoc : l'expérience a été faite en double pour permettre d'apprécier, par la constance du résultat, la valeur des observations que je vais indiquer brièvement.

Acide arsénique $\frac{5}{10.000}$

Matras n° 1. . . . . Le nostoc végète.
— n° 2. . . . . —

Acide arsénique $\frac{1}{1.000}$

Matras n° 1. . . . . Le nostoc végète.
— n° 2. . . . . —

Acide arsénique $\frac{2}{1.000}$

Matras n° 1. . . . . Le nostoc végète.
— n° 2. . . . . —

Acide arsénique $\frac{4}{1.000}$

Matras n° 1. . . . . Le nostoc végète, mais difficilement.
— n° 2. . . . . —

Acide arsénique $\frac{6}{1.000}$ $\frac{8}{1.000}$ $\frac{1}{100}$

Végétation nulle.

Ces cultures nous montrent que, dans une solution nutritive, dépourvue d'azote, mais additionnée d'arséniate de potasse en quantité telle que la dose d'acide arsénique devienne au moins égale à $\frac{6}{1.000}$, une culture de Nostoc punctiforme devient impossible, malgré le concours des bactéries qui, en tous autres cas, assurent l'alimentation azotée de la plante.

Cette expérience nous laisse ignorer comment l'arséniate empêche la culture, car ce sel peut être nuisible, soit au Nostoc punctiforme seulement, soit seulement au microbe fixateur, soit encore et à la fois à ces deux êtres vivants.

De nouvelles cultures conduites différemment nous éclaireront peut-être.

Expérience II.

Je prépare des solutions arsenicales entièrement identiques aux précédentes, mais j'ajoute à chacune d'elles du nitrate de soude (1 gramme par litre).

Si dans l'expérience précédente, l'arséniate de potasse empêchait le développement du Nostoc punctiforme, en agissant seulement sur les bactéries, il est évident que cette plante retrouvera les moyens de se développer dans mes nouvelles solutions, puisqu'elle pourra se passer de leur concours, grâce au nitrate de soude.

Ces expériences, encore exécutées en double, ont donné lieu aux observations qui suivent.

Acide arsénique $\frac{1}{1.000}$

Matras nº 1. . . . . Le nostoc végète.
— nº 2. . . . . —

Acide arsénique $\frac{2}{1.000}$

Matras nº 1. . . . . Le nostoc végète.
— nº 2. . . . . —

Acide arsénique $\frac{4}{1.000}$

Matras nº 1. . . . . Le nostoc végète.
— nº 2. . . . . —

Ces deux dernières séries de cultures me donnent des plantes beaucoup plus belles que celles obtenues dans des solutions dépourvues de nitrate et contenant des doses égales d'arséniate de potasse.

Acide arsénique $\frac{6}{1.000}$

Matras nº 1. . . . . Le nostoc végète.
— nº 2. . . . . —

Acide arsénique $\frac{8}{1.000}$

Matras nº 1. . . . . Le nostoc végète.
— nº 2. . . . . —

Nous voyons que, lorsque la dose d'acide arsénique varie de $\frac{6}{1.000}$ à $\frac{8}{1.000}$, une culture de Nostoc punctiforme n'est possible qu'à la condition d'ajouter dans la solution nutritive une matière azotée.

Mais à cette dose, l'arséniate est déjà nuisible au Nostoc, comme il est aisé de s'en apercevoir par la marche de la végétation, qui est d'une lenteur excessive.

Cependant, le Nostoc végète et cela nous suffit.

Je me suis alors demandé ce que deviennent les bactéries dans de pareilles solutions arsenicales.

Expérience III.

Les bactéries avaient été introduites dans les cultures de l'expérience II avec les fragments de Nostoc utilisés pour les ensemencements; ceux-ci, en effet, en étaient recouverts.

Or, l'influence nocive de l'arséniate à haute dose sur les

bactéries peut résulter de deux actions différentes, soit que ce sel, ainsi employé, tue les bactéries et leurs spores, soit que, tout simplement, il les empêche de mettre en œuvre leurs propriétés fixatrices.

L'important est de savoir s'il tue les bactéries et si, alors, il permet d'arriver à la séparation des deux êtres vivants.

Je prépare dix matras de culture à solutions minérales dépourvues d'azote et je les ensemence avec des colonies de Nostoc obtenues en solution arsenicale, pourvue de nitrate de soude, et dans laquelle l'acide arsénique arrivait à la dose de $\frac{6}{1.000}$.

Si les bactéries fixatrices ou leurs spores n'existent plus, ces mêmes colonies, transportées en solutions minérales, ne seront plus capables de végéter.

Or, l'expérience répétée dix fois avec mes dix matras m'a donné constamment les mêmes résultats : ces colonies se sont toutes développées.

Je répète l'expérience avec des colonies de Nostoc obtenues en présence de l'acide arsénique à $\frac{8}{1.000}$.

Mêmes résultats que précédemment.

L'emploi de l'arséniate de potasse ne m'a donc pas permis jusqu'à présent de séparer le Nostoc des bactéries fixatrices d'azote.

I. — Influence du glucose sur la végétation du Nostoc punctiforme.

Lorsqu'une plante verte est exposée à la lumière, ses cellules à chlorophylle décomposent l'acide carbonique aérien, et, par un mécanisme qui nous est inconnu, élaborent les hydrates de carbone si variés que nous rencontrons dans le règne végétal.

Liebig et Boussingault professaient l'opinion que les plantes vertes tiraient exclusivement leur carbone de l'atmosphère.

Sachs, cependant, a écrit ces lignes :

« Il existe dans le règne végétal deux extrêmes, par rapport à la faculté de créer de la matière combustible : elle peut être produite aux dépens de l'acide carbonique ou provenir de l'absorp-

Ces expériences, encore e... ...al transformées et utili-
aux observations qui suiv... ...il y a probablement des

Matras n° 1. . . ...senté par les plantes qui sont
— n° 2. . ...bone de l'acide carbonique, même
...tion la plus active ; l'autre, par les
Matras n° 1 ...qui ne décomposent jamais l'acide
— n° ...par conséquent, tirent tout leur carbone de
...Mais il n'est pas contraire à la théorie
Matras ...des plantes à chlorophylle, qui décomposent
— ...absorbent en même temps des substances
Ces der... ...carbonique, et utilisent, pour la formation de leurs organes, le
beaucou... ...carbone provenant de ces deux sources.
dépour... « C'est ce que font, dans une certaine mesure, tous les germes
de po... qui se nourrissent aux dépens d'un endosperme et tirent des principes élaborés de ce tissu, qui est très distinct du leur, pour développer leurs organes ; mais dès que les feuilles se sont épanouies à la lumière, elles commencent à décomposer l'acide carbonique et les plantes s'accroissent par cette voie.

« Un parasite vit sur la plante qui le porte comme le germe sur son endosperme ; s'il n'a pas de cellules vertes, c'est de son support qu'il tire tous les composés carbonés dont il a besoin.

« Mais s'il possède des feuilles vertes, pourquoi ne pas supposer qu'il en utilise toutes les propriétés, en même temps que, par ses suçoirs, il tire des principes élaborés de la plante qui le porte.

« On peut bien penser que des plantes non parasites, qui vivent dans un sol très riche, forment leur substance combustible, en partie en absorbant des matières organiques, en partie en décomposant l'acide carbonique. »

Sur une telle question, il m'a semblé que les algues fourniraient des observations intéressantes.

Placées dans la classification botanique entre les plantes à chlorophylle et les plantes dépourvues de matière verte qui se nourrissent aux dépens des premières, dont elles assimilent soit les résidus, soit les matières de réserve, les algues ont peut-être un mode d'alimentation particulier intéressant à connaître.

Grâce à leur vie aquatique, il était facile de les introduire dans des dissolutions nutritives contenant des matières organiques et de reconnaître si cette addition leur était avantageuse.

NOSTOC PUNCTIFORME, SA CULTURE EN SOLUTION MINÉRALE ET EN SOLUTION MINÉRALE ADDITIONNÉE DE GLUCOSE.

Avant de poursuivre des recherches dirigées dans cet ordre d'idées, je devais en premier lieu choisir une algue, l'obtenir à l'état pur, et trouver ensuite une ou plusieurs matières organiques assimilables par elle.

Après ce travail préliminaire, par des cultures systématiques, il deviendrait possible de déterminer les profits que l'algue retire d'une de ces matières organiques mise à sa disposition.

J'ai donc choisi une algue et j'ai déterminé ensuite la matière organique qui lui convenait.

Mon choix s'est porté sur le Nostoc punctiforme que j'avais déjà isolé au cours de mes travaux sur la fixation de l'azote, et j'ai pensé que le glucose serait pour cette algue une matière alimentaire assimilable.

S'il a été écrit que les matières sucrées sont nuisibles aux algues, il n'en est pas moins vrai que Kossovitch a vu des Nostocs se développer dans des milieux qui contenaient du dextrose.

Enfin, un mémoire que M. Van Tieghem a consacré à la gomme de sucrerie contribuait encore à diriger mes recherches dans la voie que je viens de préciser.

Aujourd'hui, le sucre est extrait de la betterave au moyen d'un appareil fondé sur le principe de la diffusion. Mais autrefois, on râpait les betteraves, on les broyait, et les jus étaient ensuite refoulés dans une grande cuve où ils attendaient quelque temps avant d'être soumis à une série de manipulations.

Parfois, dans ce jus, apparaissaient des matières gommeuses dont le premier effet était d'intervertir le sucre.

M. Van Tieghem démontra que cette gomme était en réalité une plante inférieure, constituée par des chapelets de cellules entourés d'une gaine gélatineuse épaisse, et qui, par son mode de germination, par sa structure à l'état adulte et sa reproduction ressemblait à un Nostoc : il l'appela *Leuconostoc*, mot qui signifie Nostoc blanc.

Or, le Leuconostoc se reproduit dans le jus de betterave avec une rapidité extraordinaire.

Un habile chimiste industriel, M. Durin, raconte avoir vu cin-

tion de matières déjà organisées qui seraient transformées et utilisées par la croissance ; entre ces points, il y a probablement des intermédiaires.

« L'un de ces extrêmes est représenté par les plantes qui sont en état de tirer tout leur carbone de l'acide carbonique, même pendant la période de végétation la plus active ; l'autre, par les plantes sans chlorophylle qui ne décomposent jamais l'acide carbonique et qui, par conséquent, tirent tout leur carbone de combinaisons organiques. Mais il n'est pas contraire à la théorie de supposer que des plantes à chlorophylle, qui décomposent l'acide carbonique, absorbent en même temps des substances organisées et utilisent, pour la formation de leurs organes, le carbone provenant de ces deux sources.

« C'est ce que font, dans une certaine mesure, tous les germes qui se nourrissent aux dépens d'un endosperme et tirent des principes élaborés de ce tissu, qui est très distinct du leur, pour développer leurs organes ; mais dès que les feuilles se sont épanouies à la lumière, elles commencent à décomposer l'acide carbonique et les plantes s'accroissent par cette voie.

« Un parasite vit sur la plante qui le porte comme le germe sur son endosperme ; s'il n'a pas de cellules vertes, c'est de son support qu'il tire tous les composés carbonés dont il a besoin.

« Mais s'il possède des feuilles vertes, pourquoi ne pas supposer qu'il en utilise toutes les propriétés, en même temps que, par ses suçoirs, il tire des principes élaborés de la plante qui le porte.

« On peut bien penser que des plantes non parasites, qui vivent dans un sol très riche, forment leur substance combustible, en partie en absorbant des matières organiques, en partie en décomposant l'acide carbonique. »

Sur une telle question, il m'a semblé que les algues fourniraient des observations intéressantes.

Placées dans la classification botanique entre les plantes à chlorophylle et les plantes dépourvues de matière verte qui se nourrissent aux dépens des premières, dont elles assimilent soit les résidus, soit les matières de réserve, les algues ont peut-être un mode d'alimentation particulier intéressant à connaître.

Grâce à leur vie aquatique, il était facile de les introduire dans des dissolutions nutritives contenant des matières organiques et de reconnaître si cette addition leur était avantageuse.

II. — Le nostoc punctiforme, sa culture en solution minérale et en solution minérale additionnée de glucose.

Avant de poursuivre des recherches dirigées dans cet ordre d'idées, je devais en premier lieu choisir une algue, l'obtenir à l'état pur, et trouver ensuite une ou plusieurs matières organiques assimilables par elle.

Après ce travail préliminaire, par des cultures systématiques, il deviendrait possible de déterminer les profits que l'algue retire d'une de ces matières organiques mise à sa disposition.

J'ai donc choisi une algue et j'ai déterminé ensuite la matière organique qui lui convenait.

Mon choix s'est porté sur le Nostoc punctiforme que j'avais déjà isolé au cours de mes travaux sur la fixation de l'azote, et j'ai pensé que le glucose serait pour cette algue une matière alimentaire assimilable.

S'il a été écrit que les matières sucrées sont nuisibles aux algues, il n'en est pas moins vrai que Kossovitch a vu des Nostocs se développer dans des milieux qui contenaient du dextrose.

Enfin, un mémoire que M. Van Tieghem a consacré à la gomme de sucrerie contribuait encore à diriger mes recherches dans la voie que je viens de préciser.

Aujourd'hui, le sucre est extrait de la betterave au moyen d'un appareil fondé sur le principe de la diffusion. Mais autrefois, on râpait les betteraves, on les broyait, et les jus étaient ensuite refoulés dans une grande cuve où ils attendaient quelque temps avant d'être soumis à une série de manipulations.

Parfois, dans ce jus, apparaissaient des matières gommeuses dont le premier effet était d'intervertir le sucre.

M. Van Tieghem démontra que cette gomme était en réalité une plante inférieure, constituée par des chapelets de cellules entourés d'une gaine gélatineuse épaisse, et qui, par son mode de germination, par sa structure à l'état adulte et sa reproduction ressemblait à un Nostoc : il l'appela *Leuconostoc*, mot qui signifie Nostoc blanc.

Or, le Leuconostoc se reproduit dans le jus de betterave avec une rapidité extraordinaire.

Un habile chimiste industriel, M. Durin, raconte avoir vu cin-

tion de matières déjà organisées qui seraient transformées et utilisées par la croissance ; entre ces points, il y a probablement des intermédiaires.

« L'un de ces extrêmes est représenté par les plantes qui sont en état de tirer tout leur carbone de l'acide carbonique, même pendant la période de végétation la plus active ; l'autre, par les plantes sans chlorophylle qui ne décomposent jamais l'acide carbonique et qui, par conséquent, tirent tout leur carbone de combinaisons organiques. Mais il n'est pas contraire à la théorie de supposer que des plantes à chlorophylle, qui décomposent l'acide carbonique, absorbent en même temps des substances organisées et utilisent, pour la formation de leurs organes, le carbone provenant de ces deux sources.

« C'est ce que font, dans une certaine mesure, tous les germes qui se nourrissent aux dépens d'un endosperme et tirent des principes élaborés de ce tissu, qui est très distinct du leur, pour développer leurs organes ; mais dès que les feuilles se sont épanouies à la lumière, elles commencent à décomposer l'acide carbonique et les plantes s'accroissent par cette voie.

« Un parasite vit sur la plante qui le porte comme le germe sur son endosperme ; s'il n'a pas de cellules vertes, c'est de son support qu'il tire tous les composés carbonés dont il a besoin.

« Mais s'il possède des feuilles vertes, pourquoi ne pas supposer qu'il en utilise toutes les propriétés, en même temps que, par ses suçoirs, il tire des principes élaborés de la plante qui le porte.

« On peut bien penser que des plantes non parasites, qui vivent dans un sol très riche, forment leur substance combustible, en partie en absorbant des matières organiques, en partie en décomposant l'acide carbonique. »

Sur une telle question, il m'a semblé que les algues fourniraient des observations intéressantes.

Placées dans la classification botanique entre les plantes à chlorophylle et les plantes dépourvues de matière verte qui se nourrissent aux dépens des premières, dont elles assimilent soit les résidus, soit les matières de réserve, les algues ont peut-être un mode d'alimentation particulier intéressant à connaître.

Grâce à leur vie aquatique, il était facile de les introduire dans des dissolutions nutritives contenant des matières organiques et de reconnaître si cette addition leur était avantageuse.

II. — Le nostoc punctiforme, sa culture en solution minérale et en solution minérale additionnée de glucose.

Avant de poursuivre des recherches dirigées dans cet ordre d'idées, je devais en premier lieu choisir une algue, l'obtenir à l'état pur, et trouver ensuite une ou plusieurs matières organiques assimilables par elle.

Après ce travail préliminaire, par des cultures systématiques, il deviendrait possible de déterminer les profits que l'algue retire d'une de ces matières organiques mise à sa disposition.

J'ai donc choisi une algue et j'ai déterminé ensuite la matière organique qui lui convenait.

Mon choix s'est porté sur le Nostoc punctiforme que j'avais déjà isolé au cours de mes travaux sur la fixation de l'azote, et j'ai pensé que le glucose serait pour cette algue une matière alimentaire assimilable.

S'il a été écrit que les matières sucrées sont nuisibles aux algues, il n'en est pas moins vrai que Kossovitch a vu des Nostocs se développer dans des milieux qui contenaient du dextrose.

Enfin, un mémoire que M. Van Tieghem a consacré à la gomme de sucrerie contribuait encore à diriger mes recherches dans la voie que je viens de préciser.

Aujourd'hui, le sucre est extrait de la betterave au moyen d'un appareil fondé sur le principe de la diffusion. Mais autrefois, on râpait les betteraves, on les broyait, et les jus étaient ensuite refoulés dans une grande cuve où ils attendaient quelque temps avant d'être soumis à une série de manipulations.

Parfois, dans ce jus, apparaissaient des matières gommeuses dont le premier effet était d'intervertir le sucre.

M. Van Tieghem démontra que cette gomme était en réalité une plante inférieure, constituée par des chapelets de cellules entourés d'une gaine gélatineuse épaisse, et qui, par son mode de germination, par sa structure à l'état adulte et sa reproduction ressemblait à un Nostoc : il l'appela *Leuconostoc*, mot qui signifie Nostoc blanc.

Or, le Leuconostoc se reproduit dans le jus de betterave avec une rapidité extraordinaire.

Un habile chimiste industriel, M. Durin, raconte avoir vu cin-

tion de matières déjà organisées qui seraient transformées et utilisées par la croissance ; entre ces points, il y a probablement des intermédiaires.

« L'un de ces extrêmes est représenté par les plantes qui sont en état de tirer tout leur carbone de l'acide carbonique, même pendant la période de végétation la plus active ; l'autre, par les plantes sans chlorophylle qui ne décomposent jamais l'acide carbonique et qui, par conséquent, tirent tout leur carbone de combinaisons organiques. Mais il n'est pas contraire à la théorie de supposer que des plantes à chlorophylle, qui décomposent l'acide carbonique, absorbent en même temps des substances organisées et utilisent, pour la formation de leurs organes, le carbone provenant de ces deux sources.

« C'est ce que font, dans une certaine mesure, tous les germes qui se nourrissent aux dépens d'un endosperme et tirent des principes élaborés de ce tissu, qui est très distinct du leur, pour développer leurs organes ; mais dès que les feuilles se sont épanouies à la lumière, elles commencent à décomposer l'acide carbonique et les plantes s'accroissent par cette voie.

« Un parasite vit sur la plante qui le porte comme le germe sur son endosperme ; s'il n'a pas de cellules vertes, c'est de son support qu'il tire tous les composés carbonés dont il a besoin.

« Mais s'il possède des feuilles vertes, pourquoi ne pas supposer qu'il en utilise toutes les propriétés, en même temps que, par ses suçoirs, il tire des principes élaborés de la plante qui le porte.

« On peut bien penser que des plantes non parasites, qui vivent dans un sol très riche, forment leur substance combustible, en partie en absorbant des matières organiques, en partie en décomposant l'acide carbonique. »

Sur une telle question, il m'a semblé que les algues fourniraient des observations intéressantes.

Placées dans la classification botanique entre les plantes à chlorophylle et les plantes dépourvues de matière verte qui se nourrissent aux dépens des premières, dont elles assimilent soit les résidus, soit les matières de réserve, les algues ont peut-être un mode d'alimentation particulier intéressant à connaître.

Grâce à leur vie aquatique, il était facile de les introduire dans des dissolutions nutritives contenant des matières organiques et de reconnaître si cette addition leur était avantageuse.

II. — Le nostoc punctiforme, sa culture en solution minérale et en solution minérale additionnée de glucose.

Avant de poursuivre des recherches dirigées dans cet ordre d'idées, je devais en premier lieu choisir une algue, l'obtenir à l'état pur, et trouver ensuite une ou plusieurs matières organiques assimilables par elle.

Après ce travail préliminaire, par des cultures systématiques, il deviendrait possible de déterminer les profits que l'algue retire d'une de ces matières organiques mise à sa disposition.

J'ai donc choisi une algue et j'ai déterminé ensuite la matière organique qui lui convenait.

Mon choix s'est porté sur le Nostoc punctiforme que j'avais déjà isolé au cours de mes travaux sur la fixation de l'azote, et j'ai pensé que le glucose serait pour cette algue une matière alimentaire assimilable.

S'il a été écrit que les matières sucrées sont nuisibles aux algues, il n'en est pas moins vrai que Kossovitch a vu des Nostocs se développer dans des milieux qui contenaient du dextrose.

Enfin, un mémoire que M. Van Tieghem a consacré à la gomme de sucrerie contribuait encore à diriger mes recherches dans la voie que je viens de préciser.

Aujourd'hui, le sucre est extrait de la betterave au moyen d'un appareil fondé sur le principe de la diffusion. Mais autrefois, on râpait les betteraves, on les broyait, et les jus étaient ensuite refoulés dans une grande cuve où ils attendaient quelque temps avant d'être soumis à une série de manipulations.

Parfois, dans ce jus, apparaissaient des matières gommeuses dont le premier effet était d'intervertir le sucre.

M. Van Tieghem démontra que cette gomme était en réalité une plante inférieure, constituée par des chapelets de cellules entourés d'une gaine gélatineuse épaisse, et qui, par son mode de germination, par sa structure à l'état adulte et sa reproduction ressemblait à un Nostoc : il l'appela *Leuconostoc*, mot qui signifie Nostoc blanc.

Or, le Leuconostoc se reproduit dans le jus de betterave avec une rapidité extraordinaire.

Un habile chimiste industriel, M. Durin, raconte avoir vu cin-

tion de matières déjà organisées qui seraient transformées et utilisées par la croissance ; entre ces points, il y a probablement des intermédiaires.

« L'un de ces extrêmes est représenté par les plantes qui sont en état de tirer tout leur carbone de l'acide carbonique, même pendant la période de végétation la plus active ; l'autre, par les plantes sans chlorophylle qui ne décomposent jamais l'acide carbonique et qui, par conséquent, tirent tout leur carbone de combinaisons organiques. Mais il n'est pas contraire à la théorie de supposer que des plantes à chlorophylle, qui décomposent l'acide carbonique, absorbent en même temps des substances organisées et utilisent, pour la formation de leurs organes, le carbone provenant de ces deux sources.

« C'est ce que font, dans une certaine mesure, tous les germes qui se nourrissent aux dépens d'un endosperme et tirent des principes élaborés de ce tissu, qui est très distinct du leur, pour développer leurs organes ; mais dès que les feuilles se sont épanouies à la lumière, elles commencent à décomposer l'acide carbonique et les plantes s'accroissent par cette voie.

« Un parasite vit sur la plante qui le porte comme le germe sur son endosperme ; s'il n'a pas de cellules vertes, c'est de son support qu'il tire tous les composés carbonés dont il a besoin.

« Mais s'il possède des feuilles vertes, pourquoi ne pas supposer qu'il en utilise toutes les propriétés, en même temps que, par ses suçoirs, il tire des principes élaborés de la plante qui le porte.

« On peut bien penser que des plantes non parasites, qui vivent dans un sol très riche, forment leur substance combustible, en partie en absorbant des matières organiques, en partie en décomposant l'acide carbonique. »

Sur une telle question, il m'a semblé que les algues fourniraient des observations intéressantes.

Placées dans la classification botanique entre les plantes à chlorophylle et les plantes dépourvues de matière verte qui se nourrissent aux dépens des premières, dont elles assimilent soit les résidus, soit les matières de réserve, les algues ont peut-être un mode d'alimentation particulier intéressant à connaître.

Grâce à leur vie aquatique, il était facile de les introduire dans des dissolutions nutritives contenant des matières organiques et de reconnaître si cette addition leur était avantageuse.

II. — Le nostoc punctiforme, sa culture en solution minérale et en solution minérale additionnée de glucose.

Avant de poursuivre des recherches dirigées dans cet ordre d'idées, je devais en premier lieu choisir une algue, l'obtenir à l'état pur, et trouver ensuite une ou plusieurs matières organiques assimilables par elle.

Après ce travail préliminaire, par des cultures systématiques, il deviendrait possible de déterminer les profits que l'algue retire d'une de ces matières organiques mise à sa disposition.

J'ai donc choisi une algue et j'ai déterminé ensuite la matière organique qui lui convenait.

Mon choix s'est porté sur le Nostoc punctiforme que j'avais déjà isolé au cours de mes travaux sur la fixation de l'azote, et j'ai pensé que le glucose serait pour cette algue une matière alimentaire assimilable.

S'il a été écrit que les matières sucrées sont nuisibles aux algues, il n'en est pas moins vrai que Kossovitch a vu des Nostocs se développer dans des milieux qui contenaient du dextrose.

Enfin, un mémoire que M. Van Tieghem a consacré à la gomme de sucrerie contribuait encore à diriger mes recherches dans la voie que je viens de préciser.

Aujourd'hui, le sucre est extrait de la betterave au moyen d'un appareil fondé sur le principe de la diffusion. Mais autrefois, on râpait les betteraves, on les broyait, et les jus étaient ensuite refoulés dans une grande cuve où ils attendaient quelque temps avant d'être soumis à une série de manipulations.

Parfois, dans ce jus, apparaissaient des matières gommeuses dont le premier effet était d'intervertir le sucre.

M. Van Tieghem démontra que cette gomme était en réalité une plante inférieure, constituée par des chapelets de cellules entourés d'une gaine gélatineuse épaisse, et qui, par son mode de germination, par sa structure à l'état adulte et sa reproduction ressemblait à un Nostoc : il l'appela *Leuconostoc*, mot qui signifie Nostoc blanc.

Or, le Leuconostoc se reproduit dans le jus de betterave avec une rapidité extraordinaire.

Un habile chimiste industriel, M. Durin, raconte avoir vu cin-

quante hectolitres de jus transformés en une masse gommeuse par le Leuconostoc, et cela en quarante-huit heures.

J'ai donc supposé que le Nostoc punctiforme ressemblait peut-être au Leuconostoc par son mode d'alimentation et, en premier lieu, j'ai voulu savoir s'il était vrai — du moins dans ce cas particulier — qu'une matière sucrée fût toxique pour une algue.

Pour cela, il me suffisait de cultiver le Nostoc punctiforme dans des solutions additionnées de glucose en quantité variable et de noter les résultats.

Mais, auparavant, je dois dire comment je cultive cette algue en solutions simplement minérales, en m'aidant des connaissances nouvelles que j'ai acquises au cours de mes recherches précédentes.

Culture du Nostoc punctiforme en solution minérale.

La formule de la solution nutritive dont je me sers est celle-ci :

Eau distillée	1 litre.
Sulfate de magnésie	0 gr. 2
Sulfate de potasse	0 2
Phosphate neutre de potasse	0 2
Carbonate de chaux	0 1
Perchlorure de fer	Traces.

Des traces de fer suffisent : une quantité appréciable de perchlorure de fer, si petite soit-elle, rendrait impossible la culture du Nostoc.

Dans la formule de cette solution, on remarque l'absence de matière azotée ; mais nous savons que le Nostoc punctiforme végète aux dépens de l'azote aérien avec le concours des bactéries du sol : il sera par conséquent nécessaire d'associer ces bactéries à l'algue.

Ma solution est nettement alcaline : le Nostoc ne se développe pas en milieu acide, et, d'autre part, une culture de Nostoc associée aux bactéries tend à devenir acide, comme il est aisé de s'en apercevoir en constatant que l'alcalinité du milieu où cette plante végète va sans cesse en diminuant.

J'ignore toutefois si l'acide sécrété est dû au Nostoc ou aux bactéries qui le recouvrent ; dans tous les cas, cet acide doit être neutralisé au fur et à mesure qu'il se produit.

Je verse une certaine quantité de ma solution dans des matras que

je bouche avec des tampons de coton. Ces matras, stérilisés à l'autoclave, sont ensemencés avec un fragment de Nostoc recouvert de bactéries et provenant d'une culture antérieure. Les premières cultures que j'ai eues à ma disposition sont celles dont j'ai parlé au cours de mes recherches sur la fixation de l'azote.

La culture doit être exposée à la lumière avec modération, car un simple coup de soleil suffit pour tuer l'algue qui, de verte qu'elle était, devient rousse.

Eclairé convenablement, le Nostoc décompose l'acide carbonique aérien et forme plus tard une nappe verte qui s'étale à la surface de la solution.

Culture du Nostoc punctiforme en solution minérale additionnée de glucose.

J'avais en premier lieu à reconnaître si la culture de cette algue est possible dans une solution glucosée.

J'ai donc préparé vingt matras et, après les avoir ensemencés, j'ai ajouté aux solutions qu'ils contenaient du glucose en quantité variable.

Le 25 mars 1897, tous ces vases furent portés dans ma serre, et, plus tard, j'enregistrais les résultats qu'indique le tableau ci-joint :

Numéros des matras.	Quantité de glucose introduit.	État de la culture.
—	—	—
Matras n° 1.	Néant.	Végétation ordinaire
— 2.	0.1 p. 100	Le Nostoc végète.
— 3.	0.2 —	—
— 4.	0.3 —	—
— 5.	0.4 —	—
— 6.	0.5 —	—
— 7.	0.6 —	—
— 8.	0.7 —	—
— 9.	0.8 —	—
— 10.	0.9 —	—
— 11.	1 —	Végétation nulle.
— 12.	2 —	—
— 13.	3 —	—
— 14.	4 —	—
— 15.	5 —	—
— 16.	6 —	—
— 17.	7 —	—
— 18.	8 —	—
— 19.	9 —	—
— 20.	10 —	—

Dans les matras où la dose de glucose dépassait 1 p. 100, non seulement le Nostoc n'avait pas végété, mais encore les fragments de plante utilisés pour semences étaient devenus blancs.

Je me suis servi de ces plantes blanchâtres pour ensemencer des matras à solutions minérales; ces matras sont restés stériles.

J'en conclus qu'à une dose un peu supérieure ou égale à 1 p. 100, le glucose est un poison pour le Nostoc punctiforme.

En quantité moindre, cette matière organique, ajoutée à la solution minérale que j'emploie, n'empêche nullement la culture de l'algue.

III. — Influence du glucose sur le développement du Nostoc punctiforme régulièrement cultivé.

Le Nostoc punctiforme, comme toutes les plantes à chlorophylle, décompose l'acide carbonique et n'a nullement besoin d'absorber une matière hydrocarbonée pour constituer ses tissus.

S'il est vrai que le glucose devienne rapidement nuisible à l'algue dès que la quantité ajoutée à la solution dépasse une proportion même légère, il est légitime de supposer que, donnée avec mesure, cette matière organique sera assimilée par la plante et qu'elle favorisera son développement, soit en diminuant les dépenses dues à l'activité de la respiration, soit de toute autre manière : c'est à l'expérience de prononcer.

Je prépare 20 matras de culture d'une capacité égale à 1 litre et dans lesquels je verse 1 demi-litre de ma solution minérale.

Dix de ces matras sont ensemencés avec des fragments de Nostoc recouverts de bactéries.

Avant d'ensemencer les dix autres, j'ajoutai aux solutions contenues dans chacun d'eux 10 centimètres cubes d'une solution de glucose stérilisée.

Je n'ai pas stérilisé d'un seul coup la solution additionnée de glucose, car sa limpidité aurait disparu : le glucose en solution alcaline s'altère très facilement par le chauffage.

Ces manipulations exigent des soins minutieux : il faut bien éviter d'introduire dans les vases des spores de moisissures, qui arrêteraient rapidement la végétation du Nostoc.

Mes 20 matras furent placés dans la serre, les uns à côté des

autres : pendant toute la durée de l'expérience, la température oscilla aux environs de 20 degrés.

Bientôt, des différences très nettes apparurent.

En solution glucosée, la végétation du Nostoc est bien plus rapide qu'en solution minérale; de plus, elle est régulière, comme nous allons le vérifier en pesant les récoltes.

Récoltes de Nostoc pesées à l'état sec.

Obtenues dans les matras à solutions minérales.			Obtenues dans les matras à solutions nutritives minérales additionnées de glucose.		
N° 1.	0 gr.	31	N° 1.	1 gr.	32
— 2.	0	29	— 2.	1	27
— 3.	0	35	— 3.	1	4
— 4.	0	19	— 4.	1	21
— 5.	0	23	— 5.	1	22
— 6, 7, 8, 9, 10 .	Non pesées.		— 6, 7, 8, 9, 10 .	Non pesées.	

Les algues des dix derniers matras n'ont pas été pesées, car je les ai conservées pour des expériences nouvelles, mais leurs apparences disaient assez qu'elles auraient fourni des résultats identiques à ceux déjà mentionnés.

Les récoltes de Nostoc, provenant de ces cultures régulièrement éclairées, ont été presque quadruplées par l'introduction d'une matière organique dans les solutions nutritives, bien que les plantes aient toujours conservé la propriété de se développer normalement en décomposant l'acide carbonique aérien. Cette expérience soulève une question très délicate; nous n'avons pas introduit d'aliments azotés dans nos dissolutions nutritives : c'est l'azote de l'air qui doit contribuer au développement de la plante.

Or, nous savons par les très nombreuses expériences de M. Berthelot, par celles de Winogradsky et de Mazé, par celles enfin que j'ai vu exécuter au laboratoire de physiologie végétale du Muséum, que les bactéries fixatrices d'azote vivent et travaillent dans les dissolutions sucrées, de telle sorte que, si on peut affirmer que la matière organique exerce une influence favorable, les expériences précédentes ne permettent pas de décider si le glucose ajouté est un aliment pour l'algue ou pour les bactéries, car on conçoit que si les bactéries prospèrent, elles peuvent introduire dans les dissolutions nutritives des matières azotées.

Peut-être le sucre a-t-il agi en favorisant le développement des bactéries fixatrices d'azote?

De plus, si elles brûlent du sucre, les bactéries provoquent l'apparition d'une certaine quantité d'acide carbonique que le Nostoc qui est régulièrement éclairé est susceptible de décomposer.

En résumé, rien ne prouve que, dans ce cas particulier, le glucose ait servi à constituer les tissus hydrocarbonés de la plante.

Or, il s'agit de reconnaître si le Nostoc a profité en même temps des matières carbonées qui proviennent du travail chlorophyllien et en outre de la matière organique introduite dans sa solution.

Quoi qu'il en soit, comme, dans chaque matras, le Nostoc se développait aux dépens de l'azote libre, la quantité d'azote fixé sur ses tissus a été aussi quadruplée par la présence du glucose, et c'est là un des effets de la matière organique qui a son importance.

IV. — Influence du glucose sur le développement du Nostoc punctiforme exposé a des radiations lumineuses de faible intensité. — Assimilation du glucose.

L'expérience qui précède nous laisse ignorer si le Nostoc punctiforme semé en solution glucosée utilise, pour constituer ses tissus, la matière carbonée mise à sa disposition.

Pour acquérir sur ce sujet une notion précise, j'ai eu recours à la méthode de recherches que je vais exposer.

C'est l'œuvre du travail chlorophyllien qui, tout à l'heure, a voilé l'observation ; il fallait s'en débarrasser.

J'ai cherché s'il n'y avait pas un minimum de lumière indispensable au Nostoc punctiforme pour décomposer l'acide carbonique aérien, et j'ai reconnu de la façon suivante que ce minimum existait.

J'ai préparé dix-huit matras de culture que j'ai divisés en six lots de trois matras.

Or, la serre dans laquelle je cultive mes algues offre des parties diversement éclairées.

Mes six groupes de trois matras furent placés en six endroits différents qui recevaient d'inégales quantités de lumière.

Un mois plus tard, les Nostocs se développaient dans tous les

vases, excepté dans trois d'entre eux, placés sous une table fixe qui, d'ordinaire, sert de support à des cultures en pots.

Là, les radiations lumineuses arrivent très faibles; leur intensité augmente ou diminue, il est à peine besoin de le dire, avec l'éclat du jour, et cette intensité varie encore d'une place à l'autre.

Malgré tout, ces cultures comparatives me donnaient un renseignement dont l'importance était pour moi considérable, car je savais dès maintenant dans quel endroit mes cultures de Nostoc en solutions minérales devenaient impossibles.

Si, mal éclairé, le Nostoc punctiforme ne décompose pas l'acide carbonique et ne végète pas en solution minérale, du glucose ajouté à sa solution lui redonnera peut-être les moyens de végéter, et les récoltes obtenues dans ces conditions permettront d'apprécier dans quelle mesure une matière organique est assimilée par la plante.

Le 20 mai 1897, j'installais dans la serre, et sous la table dont j'ai parlé, trente matras de culture.

La capacité de ces matras était de 1 litre; dans chacun d'eux, j'avais versé 1/2 litre de ma solution nutritive.

Vingt-quatre de ces matras furent pris comme témoins; ils furent stérilisés et ensemencés avec des fragments de Nostoc recouverts de bactéries.

Dans les six autres matras, stérilisés et ensemencés de même, j'avais ajouté du glucose en quantité variable.

Chacun des six matras à solutions glucosées était entouré de deux matras à solutions minérales. Je constituai ainsi un groupe de treize matras et, autour de ce groupe, je posai les dix-sept matras témoins qui restaient. Cette exagération du nombre des témoins me semblait indispensable. En effet, l'intensité des radiations que recevait chaque matras variait d'une place à l'autre, entre des limites très étroites, sans aucun doute, mais j'ignorais si elles n'étaient pas suffisantes pour influencer les résultats.

J'ai reconnu dans la suite que cet ensemble de précautions était inutile.

Dans les six matras à solutions glucosées, les Nostocs se sont développés, et dans les vingt-quatre matras témoins à solutions minérales, jamais une végétation quelconque n'est arrivée à se manifester.

J'ai mis fin à l'expérience au mois d'octobre 1897.

Les algues recueillies dans les solutions glucosées ont été pesées à l'état sec et j'ai dosé ensuite, dans ces solutions, le glucose qui restait.

Je résume dans ce tableau toutes les observations que j'ai consignées.

Végétation du Nostoc punctiforme en solution minérale et en solution minérale additionnée de glucose lorsque la *culture est faiblement éclairée.*

Numéros des matras.	Volume de la solution nutritive versée dans chaque matras.	Glucose contenu dans 1 litre de la solution nutritive utilisée.	POIDS DU GLUCOSE Introduit dans chaque matras.	restant dans le matras à la fin de l'expérience.	Disparu.	Poids des récoltes de Nostoc pesées à l'état sec.
—	—	—	—	—	—	—
	lit.					
24 témoins, du nº 1 au nº 24.	0.5	néant.	néant.	néant.	néant.	néant.
		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
25.	0.5	3	1.5	0.581	0.919	0.160
26.	0.5	3	1.5	0.547	0.953	0.180
27.	0.5	6	3.0	1.009	1.991	0.364
28.	0.5	6	3.0	1.084	1 916	0.360
29.	0.5	6	3.0	1.205	1.795	0.303
30.	0.5	9	4.5	2.335	2.165	0.300

De tous les matras où l'algue a végété, a disparu une quantité notable de glucose.

En assimilant une matière hydrocarbonée, le Nostoc a constitué ses tissus et notamment sa matière verte; mes algues, en effet, étaient aussi colorées que celles qui se développent régulièrement à la lumière.

Le poids du glucose qui a été absorbé dans chaque culture dépasse, et de beaucoup, le poids de Nostoc sec qui a été récolté; il ne pouvait en être autrement, car la plante était obligée d'absorber du glucose pour brûler la matière carbonée nécessaire à l'entretien de sa vie.

De cet ensemble de recherches découlent trois conclusions :

1° Le Nostoc punctiforme fabrique de la matière organique à l'aide de l'acide carbonique aérien et de l'azote libre, lorsqu'il est ensemencé dans une solution nutritive additionnée de microbes fixateurs d'azote, mais à la condition d'être régulièrement éclairé.

2° Il cesse de végéter aussitôt que, dans ces conditions, il est privé de radiations lumineuses suffisamment intenses.

3° Malgré une lumière insuffisante, il végète encore si, à la solution minérale, s'ajoute une matière organique telle que le glucose.

L'expression de lumière insuffisante, que je viens d'écrire, n'est pas définie; il était à craindre que mon expérience ne pût être répétée à coup sûr.

J'ai tenu à éviter cet inconvénient, et une nouvelle expérience va m'en donner les moyens.

A la fin du mois de juillet 1897, j'ai placé un matras de culture dans une armoire hermétiquement close, située elle-même dans une chambre mal éclairée.

Ce matras était donc à l'obscurité au sens vulgaire du mot, mais non à l'obscurité complète, car, dans cette même armoire, les radiations lumineuses impressionnaient une plaque photographique.

Ce matras contenait 0 l. 5 de ma solution minérale, à laquelle j'avais ajouté 3 grammes de glucose.

Deux mois après, c'est-à-dire au commencement du mois d'octobre, j'examinai ce matras : l'algue s'était bien développée; seulement, elle présentait une coloration d'un vert plus clair que les individus qui avaient servi à son ensemencement.

Cette circonstance m'engagea à soumettre la plante à l'examen de M. Bornet, qui voulut bien me remettre la note suivante :

« Le Nostoc dont vous m'avez communiqué un fragment est très pur. Mais il diffère à certains égards des échantillons que vous m'avez soumis antérieurement et dont il est sorti. Les filaments sont enroulés en pelotons moins denses, et, à la périphérie du thalle, ils sont à peine flexueux et sont entrelacés si lâchement qu'ils font penser au *Nostoc piscinale*. En outre, les spores sont presque toutes en germination. »

Semé en solution glucosée, le Nostoc punctiforme végète donc dans un endroit où pénètrent à peine des traces de lumière.

Dès lors, l'expression de « lumière insuffisante », que j'employais tout à l'heure, gagne en précision, puisque mon expérience devient répétable à l'obscurité, ce dernier mot n'ayant ici que la signification vulgaire qui lui est attachée.

V. — Culture du nostoc punctiforme a l'obscurité absolue

Semé en solution glucosée, le Nostoc punctiforme se contente d'une lumière très faible pour végéter, mais il semble que cette lumière doive lui être encore indispensable pour l'aider à fabriquer sa matière verte et aussi à la conserver.

Cependant, il n'est pas absurde de supposer qu'une plante verte alimentée par une matière organique est capable de prendre son développement normal à l'obscurité absolue, et ce que nous avons appris sur l'assimilation du glucose par le Nostoc punctiforme donne l'idée d'examiner comment cette algue se comporte lorsqu'elle est totalement privée de lumière ; continuera-t-elle à végéter?

J'ai préparé six matras de culture d'une capacité égale à 1 litre; dans chacun d'eux, j'ai versé 0 l. 5 de ma solution minérale.

Tous ces matras, après avoir été bouchés avec des tampons de coton, furent stérilisés à l'autoclave.

Dans le matras n° 1, réservé comme témoin, je n'ai pas mis de glucose.

Dans les matras n°s 2, 3, 4, 5, 6, j'ai ajouté 2 gr. 5 de glucose.

Ces six matras furent ensemencés avec un fragment de Nostoc recouvert de bactéries et placés ensuite dans une boîte en bois ainsi préparée :

En premier lieu, sur toutes les jointures de cette boîte, j'ai collé des bandes de papier noir. Le couvercle a été enlevé et remplacé par une feuille de papier noir très épaisse, qui fut adaptée aux bords de la boîte assez fortement pour intercepter toute lumière.

Avec une autre feuille de ce même papier noir, mais très grande, j'enveloppai toute la boîte qui, dans ces conditions, tenait l'obscurité complète.

Je m'en suis assuré avant de commencer l'expérience : à cet effet, j'ai introduit dans ma boîte une plaque Lumière recouverte d'une clef, et j'ai constaté, 24 heures après, que la plaque n'avait pas été impressionnée.

Placés dans cette caisse, mes matras étaient donc soustraits complètement à l'influence de la lumière. Cependant, j'ai voulu prendre un surcroît de précautions : j'ai rempli les intervalles qui les séparaient avec du son desséché et j'ai mis assez de son pour que les tampons de ouate en fussent totalement recouverts.

En résumé, mes matras étaient noyés dans du son contenu dans une caisse qui tenait elle-même l'obscurité complète.

Cette caisse a été alors portée dans une serre au mois d'octobre 1897. La serre est chauffée, mais sa température est variable, et, au cours des mois de novembre et de décembre, le thermomètre, qui oscillait généralement aux environs de 20 degrés, montait jusqu'à trente exceptionnellement.

Tous les quinze jours, pour surveiller la marche des cultures, je sortais les matras de la boîte et je ne les laissais à la lumière que le temps nécessaire pour les regarder.

Il me semblait que le Nostoc essayait de se développer; mais seulement lorsque la température montait à trente, alors qu'à la lumière, une température bien inférieure lui suffit.

Au mois de janvier, c'est-à-dire plus de deux mois après le jour de l'ensemencement, il n'y avait dans mes matras que quelques colonies de Nostoc dont l'ensemble donnait l'idée d'une semence abondante que j'y aurais introduite.

Je fis chauffer la serre à trente degrés, pendant trois semaines consécutives, et, après ce laps de temps, j'examinai de nouveau mes cultures. Tous mes vases, sauf le témoin, étaient tapissés par de belles nappes vertes de Nostoc qui s'étaient rapidement développées, malgré l'absence de toute lumière. J'ai alors enlevé le matras témoin et le matras n° 2. Voici le tableau de mes observations.

Culture du Nostoc punctiforme à l'obscurité absolue.

	Récoltes de Nostoc pesées à l'état sec.
Matras n° 1 à solution minérale	Néant.
Matras n° 2 à solution glucosée	0gr025

Je suis par conséquent autorisé à écrire que, *semé dans une solution nutritive additionnée de glucose, le Nostoc punctiforme végète à l'obscurité absolue quand la température s'élève à trente degrés.*

A partir du mois de février, pour des raisons particulières, je fus obligé de maintenir la serre à vingt degrés; mes cultures ne se sont plus développées et quand, plus tard, j'ai mis fin à l'expérience, mes nouvelles récoltes de Nostoc n'étaient pas devenues supérieures à la première, comme le montre ce tableau :

	Récoltes de Nostoc pesées à l'état sec.
	—
	gr.
Matras n° 3	0.024
— n° 4	0.032
— n°s 5 et 6	Non pesées.

Cultivé à la lumière, le Nostoc punctiforme s'étale à la surface de l'eau; à l'obscurité complète, au contraire, la plante recouvre la partie du vase baignée par la solution, puis, peu à peu, elle s'en détache et flotte dans l'eau.

La nappe de Nostoc qui provient d'une culture à l'obscurité complète a encore ceci de particulier qu'elle se déchire avec une facilité extrême. Il suffit de donner au vase la moindre agitation pour qu'elle se divise aussitôt en plusieurs morceaux.

Mes plantes, malgré l'absence de toute lumière, étaient parfaitement vertes, mais d'un vert plus clair que les autres.

Au surplus, M. Bornet a bien voulu en examiner un échantillon et me remettre la note que je transcris.

« La coloration du Nostoc cultivé à l'obscurité est beaucoup moins intense que celle des échantillons qui se développent à la lumière.

« La consistance de la masse est plus molle et plus muqueuse.

« L'étude au microscope fournit l'explication de ces différences. Au lieu d'être constituée presque en totalité par le Nostoc, la masse se compose d'un mélange de cette plante avec une bactérie dont les cellules sont plongées dans une gelée molle et abondante.

« Les replis nombreux et serrés, pelotonnés en petits amas globuleux, qui forment les trichomes du Nostoc, la grosseur de ses articles montrent que le Nostoc est le punctiforme.

« Les articles, d'un vert plus pâle que ceux des cultures éclairées, les trichomes, entourés d'une gaine un peu plus épaisse et moins ferme, et divisés en tronçons assez courts, entrecoupés çà et là d'articles décolorés, indiquent que la plante ne se développe pas avec sa vigueur accoutumée.

« Elle est vivante cependant, puisque les articles se divisent et que l'on trouve beaucoup de spores en germination.

« Abandonnée à l'air libre, la partie de l'échantillon non utilisée pour l'étude est morte après quelques jours à la température d'une chambre non chauffée.»

J'ai répété cette expérience avec un plein succès au cours de l'été de cette année.

Le 20 juillet 1897, j'ai placé dans une boîte préparée comme la précédente un certain nombre de matras de culture.

La boîte ne fut ouverte que le 2 octobre suivant : dans tous les matras, s'étaient développées des algues très vertes, mais je dois dire que la température exceptionnellement chaude de la saison avait été très favorable à la réussite de l'expérience.

Influence de la température sur la végétation du Nostoc punctiforme cultivé à l'obscurité.

On vient de voir que, pour obtenir une culture de Nostoc punctiforme à l'obscurité absolue, j'avais été obligé de chauffer ma serre à la température de 30 degrés.

Je me suis demandé si, pour végéter à l'obscurité complète, le Nostoc punctiforme n'exigeait pas une température supérieure à celle qui lui suffit d'ordinaire lorsqu'il est régulièrement éclairé.

Le 1er février, je plaçais à l'obscurité complète deux matras de culture dont les solutions nutritives étaient additionnées de glucose, et, le même jour, j'exposais à la lumière trois autres matras.

A partir de ce jour, j'ai maintenu la température de la serre aux environs de 20 degrés.

Au commencement du mois de mai, j'ai mis fin à l'expérience et voici les résultats que j'ai consignés.

Culture du Nostoc punctiforme à une température *voisine de 20 degrés.*

	Récoltes de Nostoc pesées à l'état sec.
Matras à solutions nutritives glucosées placés à l'obscurité complète :	
— nº 1	Néant.
— nº 2	Néant.
Matras à solutions nutritives glucosées placés à la lumière :	
— nº 1	1 gr. 32
— nº 2	1 27
— nº 3	1 4

L'ensemble de ces expériences nous apprend donc que pour végéter à l'obscurité absolue, le Nostoc punctiforme doit se trouver dans un milieu dont la température est notablement supérieure à celle qui lui suffit lorsqu'il est régulièrement éclairé.

Exposé à la lumière, le Nostoc punctiforme se développe à la température de 20 degrés.

Mais à l'obscurité absolue, une température supérieure lui est nécessaire et, dans ces conditions, la végétation devient possible à 30 degrés.

Spectre de la matière verte du Nostoc punctiforme cultivé à l'obscurité complète[1].

Une culture de Nostoc punctiforme a été décantée et filtrée par petites portions à la trompe, sur un disque filtrant à grande surface, car la gelée du Nostoc imperméabilise très rapidement les filtres.

Le produit essoré avec son papier est trituré avec de l'alcool à 90 degrés qui, en moins d'une minute, se colore en jaune vert.

La filtration donne une solution limpide à fluorescence rouge manifeste, qu'on regarde aussitôt au spectroscope sur une longueur de 0^m15.

Toutes les bandes caractéristiques de l'ensemble des chlorophylles, qui constituent la matière verte des plantes vivantes, se sont alors montrées avec une netteté absolue.

Il n'est donc pas douteux que le Nostoc punctiforme cultivé à l'obscurité conserve le pouvoir de fabriquer des chlorophylles.

CONCLUSIONS

1° Plusieurs algues végètent dans des solutions nutritives additionnées d'arséniate de potasse.

Ainsi, ces plantes résistent à l'action nocive de l'acide arsénique ; elles absorbent cet acide, et quelques-unes même tirent parfois grand avantage de sa présence dans les solutions où elles se développent : les arséniates, en effet, peuvent remplacer partiellement les phosphates.

2° Associées aux bactéries du sol, certaines algues jouent un rôle important dans la fixation de l'azote atmosphérique.

Cultivées à l'état pur dans des solutions nutritives non azotées,

1. Sur la présence des chlorophylles dans un Nostoc cultivé à l'abri de la lumière. *Comptes rendus*, Note de MM. Etard et Bouilhac (11 juillet 1898).

la Schizothrix lardacea, l'Ulothrix flaccida et le Nostoc punctiforme sont incapables de végéter.

Mais si, dans la solution, se trouvent en même temps des bactéries du sol, l'une de ces trois algues, le Nostoc punctiforme — le Nostoc punctiforme seul — se développe aux dépens de l'azote libre.

La matière gélatineuse qui entoure les cellules du Nostoc se couvre alors de bactéries, et l'algue végète normalement.

Les récoltes de Nostoc que j'ai obtenues m'ont permis d'en déduire le poids d'azote fixé dans nos cultures, et l'analyse m'a montré en outre que cette plante était aussi riche en matière azotée qu'une légumineuse.

3° Pour préciser dans quelle mesure une matière organique favorise la végétation d'une algue, j'ai cultivé le Nostoc punctiforme en solution minérale additionnée de glucose.

Une dose de glucose supérieure à 1 p. 100 fait périr le Nostoc punctiforme.

Quand cette proportion diminue, le glucose donne lieu à une végétation rapide de cette plante.

J'ai dit que, régulièrement éclairé, le Nostoc punctiforme, semé en solution minérale en présence des bactéries du sol, fabrique de la matière organique aux dépens de l'azote et de l'acide carbonique aériens; mais, dans ce cas, du glucose ajouté à la solution nutritive permet de quadrupler la récolte de Nostoc.

Faiblement éclairé, le Nostoc punctiforme ne conserve plus la propriété de décomposer l'acide carbonique et ne végète plus en solution minérale : semée en solution glucosée, l'algue, malgré une lumière insuffisante, se développe en assimilant la matière organique mise à sa disposition.

Dans ces conditions, pourvu toutefois que la température s'élève à 30 degrés, on pourra encore cultiver le Nostoc punctiforme à l'abri de toute lumière.

Cette algue végète ainsi à l'obscurité complète ; elle reste verte et sa matière verte est de la chlorophylle.

En terminant l'exposé de mes travaux, je veux témoigner ma reconnaissance à M. Dehérain pour la bonne grâce avec laquelle il m'a accueilli dans ce laboratoire du Muséum où tous, Maître et élèves, travaillent ensemble ; où l'on est sûr de trouver non seulement tous les objets nécessaires aux recherches et de pré-

cieux conseils, mais encore, et par-dessus tout, une sincère affection dont nous sentons le prix inappréciable.

J'aurais eu beaucoup de peine à reconnaître si, malgré tous mes soins, j'étais arrivé à cultiver des algues appartenant à une seule espèce; mais, dans tous les cas litigieux, j'ai eu recours à M. Bornet, membre de l'Institut de France, qui, avec une complaisance inépuisable, a bien voulu examiner mes cultures et me donner des notes que je suis fier d'insérer dans mon travail. La compétence de M. Bornet sur les questions de botanique cryptogamique est universellement reconnue, et je suis heureux d'ajouter que son désir de soutenir les travailleurs ne l'est pas moins; j'en apporte ici une preuve nouvelle.

Je remercie aussi M. Duclaux, que j'ai consulté à bien des reprises différentes. Au lieu d'accepter mes résultats avec une bienveillance banale, il m'a porté assez d'intérêt pour les critiquer sérieusement, et j'ai tiré de ses observations le plus grand profit.

REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Chimie agricole.

Sur la constitution des matières humiques naturelles, par M. G. ANDRÉ[1]. — Les végétaux absorbent l'azote principalement à l'état de nitrates. ces derniers provenant de la transformation des matières azotées organiques sous l'influence du ferment nitrique. Il est donc du plus haut intérêt de connaître la constitution de ces substances, matières premières du plus puissant des engrais azotés. Ces substances proviennent d'une décomposition lente des végétaux, produite par des phénomènes chimiques et microbiens; l'azote qu'elles renferment présente des formes d'autant plus simples que la décomposition est plus avancée. MM. Berthelot et André ont montré précédemment[2] que la terre végétale, traitée par les alcalis ou par les acides étendus, solubilisait sa matière azotée qui, finalement, se transformait en ammoniaque; cette matière azotée se comportait comme une amide; diverses expériences exécutées sur la formation de l'ammoniaque dans la terre arable, par M. Hébert[3], ont abouti aux mêmes conclusions.

M. André a recherché quelles étaient les formes qu'affectaient ces substances azotées; il a opéré sur quatre échantillons.

1. *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 414.
2. *Annales de chimie et de physique*, 6e série, t. II, p. 368 et t. XXV, p. 314.
3. *Ann. agr.*, t. XV, p. 355.

1° une terre végétale peu calcaire, de Meudon;

2° de la terre de bruyère;

3° Du terreau obtenu en abandonnant à l'air pendant dix mois des plantes fraîches bien débarrassées de terre;

4° De la tourbe.

L'auteur a traité des poids connus de ces sols pendant quinze heures au bain-marie, par vingt fois autant de potasse ou d'acide chlorhydrique qu'il y avait d'azote total dans le poids de matière employée; la potasse ou l'acide étant dissous dans trente fois leur poids d'eau.

Dans le traitement à la potasse, l'azote a été dosé sous quatre forme :

1° Azote volatilisé sous forme d'ammoniaque;

2° Azote insoluble dans la potasse;

3° Azote soluble précipitable par les acides;

4° Azote soluble non précipitable par les acides.

Dans le traitement à l'acide chlorhydrique, l'azote a été dosé sous trois formes :

1° Azote insoluble dans l'acide chlorhydrique;

2° Azote soluble dégageable sous forme d'ammoniaque;

3° Azote soluble amidé.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau ci-joint :

On peut tirer de ces divers chiffres les conclusions suivantes :

Traitement initial par la potasse. — L'azote dégagé sous forme d'ammoniaque s'élève à 1/6 environ de l'azote total dans la tourbe; la proportion en est moindre dans les autres échantillons. La matière azotée est donc plus voisine de l'état amidé dans la tourbe que dans les autres cas. Même conclusion relativement à l'azote soluble, mais la substance qui demeure soluble après précipitation par les acides, et qui représente le dernier terme de décomposition des amides complexes primitives, est en plus grande quantité dans le terreau et la terre végétale.

Traitement par l'acide chlorhydrique de la matière insoluble dans la potasse. — C'est dans la terre végétale que cette matière azotée insoluble présente le plus de résistance à la solubilisation. La portion de cet azote dégageable sous forme d'ammoniaque à l'ébullition, en présence de magnésie, est assez faible.

Traitement initial par l'acide chlorhydrique. — Les substances azotées du terreau et de la terre de bruyère sont plus attaquables que celles de la tourbe et de la terre végétale; la portion dégageable sous forme d'ammoniaque est plus faible que celle volatilisée directement par le traitement initial à la potasse.

« L'ordre de solubilisation n'est plus le même que dans l'attaque initiale par la potasse, ce qui traduit immédiatement la nature différente des amides complexes contenues dans les quatre échantillons examinés. »

Traitement par la potasse de la matière insoluble dans l'acide chlorhydrique. — La constitution des corps azotés de ce résidu doit être assez différente de celle des corps azotés existant dans la matière primitive; l'azote éliminé à l'état d'ammoniaque est en moindre proportion; l'azote solubilisé est tantôt plus faible (tourbe, terreau), tantôt plus fort (terre de bruyère, terre

	TERRE VÉGÉTALE CONTENANT Az dans 1 kil. = 2 gr. 06.				TERRE DE BRUYÈRE CONTENANT Az dans 1 kil. = 2 gr. 70.				TERREAU CONTENANT Az. dans 1 kil. = 15 gr. 75.				TOURBE CONTENANT Az dans 1 kil. = 32 gr. 15.			
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	Traitement par KOH.	Traitement par HCl du résidu insoluble dans KOH.	Traitement par HCl.	Traitement par KOH du résidu insoluble dans HCl.	Traitement par KOH.	Traitement par HCl du résidu insoluble dans KOH.	Traitement par HCl.	Traitement par KOH du résidu insoluble dans HCl.	Traitement par KOH.	Traitement par HCl du résidu insoluble dans KOH.	Traitement par HCl.	Traitement par KOH du résidu insoluble dans HCl.	Traitement par KOH.	Traitement par HCl du résidu insoluble dans KOH.	Traitement par HCl.	Traitement par KOH du résidu insoluble dans HCl.
	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100
Az. volatilisé sous forme d'Az H^3 . .	13.61	»	»	11.78	14.53	»	»	5.94	15.96	»	»	10.92	17.01	»	»	13.66
Az insoluble dans KOH	13.44	»	»	14.30	10.63	»	»	13.16	7.12	»	»	16.06	3 80	»	»	9.85
Az soluble :																
α précipitable par les acides. . . .	22.50	»	»	43.87	33.35	»	»	61.99	20.84	»	»	47.49	39.70	»	»	63.75
β non précipitable dans les acides .	50.45	»	»	30.05	41.49	»	»	18.91	56.08	»	»	25.53	39.49	»	»	12.74
Somme α + β.	72 95	»	»	73.92	74.84	»	»	80.90	76.92	»	»	73.02	79.19	»	»	76.49
Az insoluble dans HCl.	»	87.83	60.66	»	»	80.44	38.30	»	»	84.64	38.48	»	»	Dosages non exécutés.	46.09	»
Az soluble :																
α dégageable sous forme d'Az H^3. .	»	3 »	12.77	»	»	4 42	11.08	»	»	4.47	7.34	»	»		11.06	»
β amidé.	»	9.17	26.57	»	»	15.14	50.62	»	»	10.89	54.18	»	»		42.85	»
Somme α + β.	»	12.17	39.34	»	»	19.56	61.70	»	»	15.36	61.52	»	»		53.91	»

végétale) que la dose de l'azote solubilisé par le traitement initial à la potasse. En effectuant l'attaque d'abord à l'acide, puis à la potasse, on solubilise à peu près autant d'azote qu'en effectuant l'opération inverse.

A. HÉBERT.

Action de la chaux et du carbonate de calcium sur certaines matières humiques naturelles, par M. G. ANDRÉ[1]. — Continuant son intéressant travail, l'auteur, désireux de se placer dans des conditions plus voisines de celles qui se présentent dans la nature, a poursuivi ses expériences en mettant les mêmes échantillons au contact de la chaux, du carbonate de calcium et même, dans certains cas, de l'eau seule.

Ces essais ont été effectués en chauffant pendant quinze heures au bain-marie, à 100 degrés, la terre végétale, la terre de bruyère, le terreau, la tourbe, soit avec de la chaux, soit avec du carbonate calcique, soit avec de l'eau. Le mélange a été aussi abandonné à la température ordinaire pendant quatre-vingt-deux jours, avec agitation fréquente pour que les actions microbiennes puissent intervenir; mais cette expérience n'a été faite qu'avec la chaux. On a opéré en vase clos, pour éviter la déperdition de l'ammoniaque.

Pendant les opérations à chaud, on a recueilli l'azote volatilisé sous forme d'ammoniaque; puis le liquide a été filtré et neutralisé par l'acide chlorhydrique, puis évaporé à sec. On a dosé l'azote dans ce résidu sec pour avoir l'azote non volatil soluble.

Pendant les opérations à froid, on a filtré le liquide après le temps de l'expérience (82 jours) et examiné la dose d'azote ammoniacal entré en dissolution et qui représente à la fois l'ammoniaque préexistante et celle qui est susceptible d'être formée facilement aux dépens des amides.

La concentration des liqueurs et le poids des réactifs employés étaient les mêmes que dans le travail précédent. M. André a trouvé les chiffres suivants :

Les doses d'azote ammoniacal volatilisées par l'action de la chaux à 100 degrés sont plus faibles que celles dégagées sous l'influence de la potasse, mais elles sont encore très sensibles.

Le carbonate de chaux et l'eau à 100 degrés produisent aussi une certaine proportion d'azote volatil, surtout dans le cas de la tourbe et du terreau.

L'azote soluble existant dans le liquide filtré après action de la chaux et dans le liquide filtré après l'action à 100 degrés du carbonate calcique et de l'eau est aussi en assez fortes proportions, principalement pour le terreau.

Pour tous les sols, l'action de la chaux à froid donne aussi naissance à une certaine quantité d'ammoniaque (5 à 6 p. 100 de l'azote total en 82 jours); les effets du chaulage doivent être comparables à ces derniers.

Enfin, l'auteur pense qu' « il faudrait invoquer un autre mécanisme de solubilisation des amides du sol pour expliquer, dans le cas de sols exclusivement acides (tourbe, terre de bruyère), comment cet azote organique passe à l'état d'azote ammoniacal, lequel, sous cette forme, doit servir de nourri-

1. *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 446.

	TERRE VÉGÉTALE				TERRE DE BRUYÈRE				TERREAU				TOURBE			
	CaO		Co^3Ca	Eau.	CaO		Co^3Ca	Eau.	CaO		Co^3Ca	Eau.	CaO		Co^3Ca	Eau.
	15 heures à 100 degrés.	82 jours à froid.	15 heures à 100 degrés.	15 heures à 100 degrés.	15 heures à 100 degrés.	82 jours à froid.	15 heures à 100 degrés.	15 heures à 100 degrés.	15 heures à 100 degrés.	82 jours à froid.	15 heures à 100 degrés.	15 heures à 100 degrés.	15 heures à 100 degrés.	82 jours à froid.	15 heures à 100 degrés.	15 heures à 100 degrés.
	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100
Azote volatilisé à l'état d'ammoniaque.	10.45	»	0.77	0.65	9.23	»	0.95	0.06	12.10	»	5.33	3 75	10.86	»	2.89	2.38
Azote solubilisé	19.50	»	6.40	5.61	21.26	»	6 74	»	40.91	»	16.91	17.40	16.56	»	1.82	1.23
Ammoniaque dosée dans la liqueur filtrée par ébullition.	»	6.59	»	»	»	5.56	»	»	»	6.91	»	»	»	5.73	»	»

ture aux nombreux végétaux que portent de pareils sols, ceux-ci ne nitrifiant pas. L'action des agents microbiens semble être alors exclusivement en jeu, la présence de composés minéraux basiques (carbonates terreux) ne pouvant être prise en considération. Il pourrait également se faire que les végétaux des terres acides absorbassent directement, sans qu'ils soient transformés en sels ammoniacaux proprement dits, certains amides du sol; on sait que cette question a été bien souvent soulevée, sans avoir reçu actuellement une solution positive ». A. HÉBERT.

Influence qu'exerce sur la végétation le perchlorate de potasse contenu dans les nitrates, par M. A. PAGNOUL[1]. — On a déjà relaté dans ce journal[2] les expériences faites ou citées par divers auteurs, notamment M. Wagner et M. Grandeau, pour démontrer l'innocuité du perchlorate de potasse que les nitrates de soude commerciaux renferment parfois, mais dans une proportion qui ne dépasse pas 1 p. 100. La question ayant encore été discutée depuis, le savant directeur de la station agronomique du Pas-de-Calais l'a soumise à de nouvelles études.

Pour cela, il a effectué des expériences dans six pots en terre contenant chacun 20 kilogrammes d'une terre présentant la composition suivante :

Carbonate de chaux.	38.458 p. 100.
Acide phosphorique..	0.600 —
Potasse.	0.152 —
Azote.	0.217 —

De plus, chaque pot avait reçu 39 gr. 5 de chlorure de potassium. Le 21 mars, on y a semé 10 grammes de fétuque des prés, puis pendant la végétation et avant la première coupe, on a arrosé les pots avec des dissolutions titrées de nitrate de soude à 10 p. 100 et de perchlorate de potasse à 1 p. 100. Chaque pot, sauf le premier, a reçu ainsi en tout jusqu'au 21 mai la valeur de 3 gr. 5 de nitrate de soude; de plus, les quatre dernières expériences ont reçu une proportion de perchlorate égale respectivement à 2, 5, 10 et 20 p. 100 de nitrate.

Les pots étaient maintenus sous un abri vitré et recevaient les mêmes soins culturaux; des différences dans l'aspect et la quantité des plantes ne tardèrent pas à se manifester et les diverses coupes effectuées donnèrent ces résultats :

	1re coupe.	2e coupe.	3e coupe.	4e coupe.
1. Sans engrais.	50 5	28 0	14 7	93 2
2. Nitrate seul.	112 5	58 0	21 6	192 9
3. — et 2 p. 100 perchlorate. .	96 0	50 0	22 3	168 2
4. — 5 — — . .	61 5	48 0	23 9	133 4
5. — 10 — — . .	26 5	19 0	18 6	64 4
6. — 20 — — . .	12 0	3 0	9 7	24 7

Le perchlorate est donc très nuisible aux plantes lorsqu'il est introduit dans le sol en quantité relativement considérable; il peut alors presque

1. *Journal d'agriculture pratique*, 1898, t. II, p. 159.
2. *Annales agronomiques*, t. XXIV, p. 295.

tuer les végétaux; mais à 2 p. 100, il ne fait plus que diminuer un peu l'action fertilisante du nitrate. On voit donc que sa présence normale dans les nitrates ordinaires du commerce ne peut inspirer aucune crainte.

M. Pagnoul determine le perchlorate dans ses analyses de nitrates en dosant, avec le nitrate d'argent et le chromate de potasse, le chlore préexistant dans le nitrate et en le dosant de nouveau sur 5 grammes du sel chauffé dans un creuset de platine, d'abord doucement jusqu'à fusion, ensuite au rouge sombre pendant 15 minutes. L'excédent de chlore était interprété en perchlorate. A. HÉBERT.

Sur l'adhérence des bouillies cupriques utilisées pour combattre les maladies cryptogamiques de la vigne, par MM. GUILLON et GOUIRAND[1]. — Dans une étude antérieure, qui a été analysée ici-même[2], les auteurs avaient indiqué l'adhérence des différentes bouillies cupriques lorsque ces dernières sont disposées sur des plaques de verre. MM. Guillon et Gouirand indiquent maintenant le résultat de leurs recherches avec les mêmes bouillies déposées sur les feuilles de la vigne.

« La méthode opératoire a été la même que précédemment; les gouttelettes de liquide étaient déposées sur des feuilles attenantes au sarment. Ces dernières n'étaient détachées qu'au moment où elles étaient soumises à une pluie artificielle. » Le cuivre restant était alors dosé. On faisait l'expérience, pour chaque bouillie, immédiatement après sa préparation et vingt-quatre heures après. On a obtenu les résultats suivants :

NATURE DES BOUILLIES	CUIVRE RESTÉ SUR LES FEUILLES AVEC LES BOUILLIES DÉPOSÉES :	
	1° immédiatement après la préparation.	2° 24 heures après la préparation
—	—	—
	p. 100	p. 100
Bouillie bordelaise à 2 p. 100 alcaline	35.5	32.8
— acide	33.7	»
— 1 p. 100 de mélasse	28.5	29.8
— 3 p. 100 de gélatine	31.5	28.5
— bourguignonne à 2 p. 100 carbonate de soude	42.0	»
— 4 p. 100 —	57.3	6.2
Bouillie 2 p. 100 bicarbonate de soude	72.0	Traces.
— 4 p. 100 —	26.6	»
— 2 p. 100 savon	89.1	»
— 3 p. 100 —	93.6	25.8
— 3 p. 100 carbonate de potasse	37.1	29.3
— 3 p. 100 carbonate d'ammoniaque	30.5	Traces.
Eau céleste 2 p. 100 d'ammoniaque	16.0	»
— 3 p. 100 — (alcaline)	38.6	9.6
Bouillie 2 p. 100 de verdet gris	33.2	32.9
Solution 2 p. 100 de verdet neutre	12.7	12.7

1. *Comptes rendus*, t. CXXVII. p. 423.
2. *Ann. agr.*. t. XXIV, p. 344.

Les mêmes expériences, répétées avec la pluie naturelle, ont donné des résultats analogues.

Les auteurs tirent de leurs chiffres les conclusions suivantes :

Les bouillies sont d'autant moins adhérentes qu'elles sont plus anciennement préparées, surtout pour les bouillies à la soude, au savon et à l'ammoniaque; elles doivent donc être employées aussitôt après leur préparation.

Au point de vue de leur adhérence, elles se classent dans l'ordre suivant :

1° Bouillie au savon;
2° — à 2 p. 100 bicarbonate de soude;
3° — au carbonate de soude;
4° — à la chaux et au carbonate de potasse; eau céleste; verdet gris;
5° — à la gélatine;
6° — à la mélasse;
7° Verdet neutre.

Les bouillies sont, en général, d'autant plus adhérentes qu'elles sont plus rapprochées de la neutralité.

Les résultats du présent travail sont tout à fait en désaccord avec ceux qu'avait obtenus le regretté Aimé Girard dans une recherche analogue[1].

Notre confrère avait trouvé une grande supériorité à la bouillie à la mélasse, que les recherches de MM. Guillon et Gouiraud placent au dernier rang; ces auteurs ne font, au reste, aucune mention du travail d'Aimé Girard, et il semble, cependant, qu'il conviendrait de discuter les causes probables d'un désaccord aussi complet. A. Hébert.

Physiologie végétale

Fonction physiologique du fer dans l'organisme de la plante, par M. J. Stoklasa[2]. — On sait depuis longtemps que le fer est nécessaire à la vie végétale[3]; cependant Gautier, en France, et Molisch, en Allemagne, ont montré qu'il n'existait pas dans la chlorophylle; Stoklasa ne l'a pas non plus trouvé dans la chlorolécithine végétale, mais des observations microscopiques ont fait supposer l'existence du fer comme partie intégrante du noyau cellulaire. L'auteur a donc pensé que les végétaux renfermaient une substance analogue à l'hématogène de Bunge, matière protéique ferrugineuse que cet auteur a extraite des jaunes d'œufs.

Pour le vérifier, M. Stoklasa a traité des bulbes d'*Allium cepa* suivant la méthode indiquée par Bunge: les bulbes secs et pulvérisés étaient épuisés par l'éther, séchés de nouveau, puis mis à digérer avec une solution d'acide chlorhydrique au millième. La solution concentrée à la température de 30-36 degrés était ensuite soumise à une digestion artificielle, avec de la

1. *Ann. agr.*, t. XVIII, p. 138.
2. *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 282.
3. Ueber die Assimilation des Eisens. *Zeitsch. f. physiol. Chem.*, Strasbourg, 1885.

pepsine et de l'acide chlorhydrique très étendu, et le résidu jaune brun obtenu était lavé à l'eau, à l'alcool et à l'éther; il était constitué par de l'hématogène impur qu'on purifiait par dissolution dans l'ammoniaque faible et précipitation par l'alcool absolu. 1,500 grammes de bulbes secs donnaient 1 gr. 9 de cette substance.

Le produit obtenu présentait une composition se rapprochant beaucoup de celle de la substance de Bunge.

	HÉMATOGÈNE	
	Végétal.	De Bunge.
Carbone	43.05	42.19
Hydrogène	5.56	6.08
Azote	15.13	14.70
Phosphore	6.21	5.19
Fer	1.68	0.29
Soufre	0.28	0.55
Oxygène	28.09	31.00

La principale différence résidait dans la proportion de fer.

Les propriétés de cette matière végétale sont semblables à celle de l'hématogène animal.

Les observations microscopiques ont montré que le fer se trouve sous forme organique et est localisé surtout dans l'embryon ou l'endosperme; pendant la germination, il est employé à former le noyau des cellules des jeunes organes.

Les plantes sans chlorophylle, les champignons, se comportent de la même façon que les plantes vertes. On doit donc déduire, de l'ensemble de ces observations, que le fer, aussi bien que le phosphore, fait partie intégrante du noyau cellulaire. A. Hébert.

Expériences sur la production des caractères alpins des plantes par l'alternance des températures extrêmes, par M. Gaston Bonnier[1]. — On sait que les plantes alpines, ou mieux, que les plantes communes croissant dans les régions élevées des montagnes, présentent une physionomie toute particulière qui dépend des influences du milieu physique extérieur; ces influences ont été étudiées en détail par les physiologistes, à l'exception d'une seule qui est peut-être la plus importante : l'influence de la température. L'auteur a voulu combler cette lacune et chercher s'il était possible de provoquer artificiellement, chez une plante de plaine maintenue à l'altitude inférieure des environs de Paris, un certain nombre des caractères des plantes alpines.

Les expériences ont eu lieu avec des plantes recueillies à Fontainebleau et divisées en lots aussi semblables que possible; elles appartenaient aux spèces suivantes : trèfle, germandrée et jacobée, pour les plantes vivaces; vesce, avoine, orge, pour les végétaux annuels.

Avec ces espèces, on constituait quatre lots, les plantes d'une même espèce provenant d'un même pied d'origine :

1. *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 307.

Lot n° 1. — Les végétaux étaient placés dans une étuve dont la face tournée vers le nord était vitrée et ne recevait que de la lumière diffuse ; l'étuve, à doubles parois, était entourée sur trois de ses faces de glace fondante renouvelée deux fois par jour ; les températures extrêmes étaient 4 degrés et 9 degrés, la moyenne 7 degrés ; les valeurs extrêmes de l'état hygrométrique étaient 80 et 96, la moyenne 90.

Lot n° 2. — Les plantes étaient disposées dehors, dans les conditions normales de la température de Fontainebleau ; les températures extrêmes étaient généralement 15 et 30 degrés, rarement 10 et 35 degrés ; l'état hygrométrique oscillait entre 64 et 91, moyenne 83.

Lot n° 3. — Les sujets étaient placés alternativement dans l'étuve à glace fondante, la nuit, dans les conditions du lot n° 1 ; et dehors, le jour, dans les conditions du lot n° 2 ; les variations de la température allaient de 4 à 35 degrés.

Lot n° 4. — Les plantes étaient mises dans une étuve identique à l'étuve à glace fondante, mais en y remplaçant la glace par de l'eau ; la température moyenne était de 16 degrés et l'état hygrométrique de 90.

Les expériences ont duré du 3 juin au 1er août ; elles ont donné les résultats suivants : Les plantes du lot n° 3, soumises aux plus grands écarts de température, étaient plus petites que celles du lot n° 1, placées dans l'étuve à glace fondante, et bien plus petites encore que celles du lot n° 2, restées dehors. De plus, les sujets du lot n° 3 avaient les tiges robustes, les entrenœuds proportionnellement plus courts, les feuilles plus petites, plus épaisses, plus fermes, la floraison plus hâtive, tous caractères qui s'appliquent aux plantes alpines. C'est donc bien l'exposition successive au froid extrême de la nuit et au soleil du jour qui provoque le nanisme de ces végétaux.

Quant aux plantes du lot n° 4, elles se rapprochent beoucoup de celles abandonnées dans les conditions naturelles du climat de Fontainebleau. Cette comparaison démontre « que la température joue le plus grand rôle dans le développement et que la question de savoir si la plante est restée à la lumière diffuse ou à la lumière solaire directe est relativement secondaire [1] ».

Les variations de l'état hygrométrique sont aussi sans grande influence, puisque maintenues dans une atmosphère d'état hygrométrique 90 (étuve à glace fondante) ou dans l'air d'état hygrométrique 83 (à l'extérieur), les plantes présentaient la même apparence.

1. Voir à ce sujet la note de M. Wiessner. *Ann. agron.*, t. XXIV, p. 270.

TABLE

DES MATIÈRES DU TOME XXIV

Pages.

TABLE

PAR ORDRE DES MATIÈRES

TABLE

PAR NOMS D'AUTEURS

Pages.

Le Gérant : G. Masson.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.





